Imperfect
Wanting pp. V-XII

ESSAI

SUR

LE PHLOGISTIQUE,

ET SUR

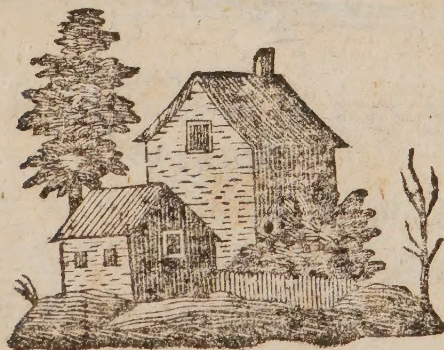
LA CONSTITUTION DES ACIDES.

ESSAI
SUR
LE PHLOGISTIQUE,
ET SUR
LA CONSTITUTION DES ACIDES,

TRADUIT DE L'ANGLOIS DE M. KIRWAN;

AVEC DES NOTES

De MM. de Morveau, Lavoisier, de la Place, Monge, Berthollet, & de Fourcroy.



A PARIS,

RUE ET HÔTEL SERPENTE.

1788.


WELLCOME
HISTORICAL
MEDICAL
LIBRARY



ESSAI

SUR

LE PHLOGISTIQUE,

ET SUR

LA CONSTITUTION DES ACIDES.

INTRODUCTION.

QUOIQUE la combuſtion & pluſieurs des phénomènes les plus frappans de la chimie, & particulièrement de la métallurgie, ayent été connus dès les tems les plus reculés, il ne paroît pas qu'on en ait déduit des principes généraux, & qu'on ait eſſayé d'en former une théorie avant le neuvième ſiècle. Dans l'intervalle qui s'eſt écoulé entre cette époque & le treizième ſiècle, les qualités des corps commencèrent à être claſſées par les phyſiciens & les alchimiſtes,

qui, ſuivant l'eſprit général de la philoſophie de leur tems, attribuèrent à chaque ſubſtance les qualités qu'elles paroiſſoient poſſéder dans le plus éminent degré. Dans cette diſtribution des qualités, l'inflammabilité fut aſſignée au ſoufre; & dans un ſens plus étendu, il fut érigé en un des cinq principes chimiques. Mais la philoſophie cartéſienne ayant prévalu, les qualités vagues furent par-tout proſcrites, & l'on s'attacha à donner, ſur chaque objet, des notions plus exactes & plus préciſes. Beccher, métallurgiſte allemand, d'une très-grande ſagacité, & parfaitement inſtruit de tous les faits chimiques alors exiſtans, qui étoient plus nombreux qu'on ne le croit communément, s'apperçut que le ſoufre, proprement dit, n'exiſtoit point dans les ſubſtances végétales ni animales, quoiqu'elles fuſſent inflammables; il en conclut que le ſoufre n'étoit pas le principe de l'inflammabilité, mais que cette qualité réſidoit dans une ſubſtance commune au ſoufre, aux végétaux, aux animaux, & à quelques minéraux: il ſuppoſa qu'elle étoit de nature sèche; c'eſt pourquoi il lui donna le nom de terre; & pour la diſtinguer des autres ſubſtances qui portent ce nom, il lui donna celui de *phlogiſtique*.

Quelques années après, cette doctrine fut adoptée, perfectionnée & étendue par le célèbre

Stahl; & la théorie qu'il forma d'après ces principes, produifit promptement une grande variété de découvertes utiles & curieufes. La plupart des phénomènes chimiques furent fi heureufement expliqués & fi régulièrement liés entre eux, par cette théorie, que depuis 1736 elle a été univerfellement adoptée dans toute l'Europe.

Il faut avouer, cependant, que cette doctrine portoit fur la fuppofition que les corps inflammables contenoient une fubftance qui n'exiftoit pas dans les corps non inflammables. Les chimiftes même de ces derniers tems, n'ont jamais pu fournir de preuves de cette fuppofition; ils n'ont jamais pu montrer ce principe féparé des corps; cette impuiffance les a conduits à dire qu'en quittant un corps, il s'uniffoit toujours avec un autre. La plupart des chimiftes fe contentoient de ce raifonnement, principalement parce qu'ils regardoient comme impoffible d'y fubftituer une meilleure théorie. Cette hypothèfe favorite ne perdit pas même long-tems de fon crédit, lorfqu'on découvrit que quelques fubftances métalliques augmentoient de poids dans les circonftances où l'on difoit qu'elles perdoient de leur phlogiftique : quelques chimiftes crurent que cette augmentation étoit due à l'addition des particules du feu; d'autres, que le phlogiftique étoit un principe de légèreté. Dans le dernier fiècle,

Rey trouva la vraie caufe dans l'abforption de l'air; mais fur de fi foibles raifons qu'il n'a pas plus de droits à l'honneur de la découverte qu'un homme qui auroit fait un rêve vérifié par l'évènement, n'en auroit au titre de prophête. Je ne peux pas non plus, avec juftice, attribuer cet honneur au docteur Hales, quoiqu'il foit le premier qui ait tiré de l'air du minium, parce qu'il a attribué l'augmentation de poids, non-feulement à l'air, mais auffi au foufre qu'il croyoit être produit par le feu. M. Lavoifier eft, fans contredit, le premier qui ait prouvé, par des expériences directes & exactes, que le poids que les métaux acquièrent par la calcination, correfpond à la quantité d'air qu'ils abforbent; il eft auffi le premier qui ait dit que l'atmofphère étoit compofée de deux fluides très-diftincts; l'un propre à la refpiration & à la combuftion, qu'il appelle, à caufe de cela, *air vital* ou *air pur*; l'autre, qui ne peut fervir à aucune de ces deux opérations, qu'il a nommé *air méphitique* ou *mofete*; & que dans la compofition de l'air de l'atmofphère, la proportion du premier étoit au dernier à-peu-près comme un à quatre. Il a auffi prouvé, après le docteur Crafford, que l'air pur (fubftance que le docteur Prieftley a le premier découvert, & appellé *air déphlogiftiqué*) contenoit plus de matière du feu qu'aucune autre efpèce d'air, & que

pendant la combuſtion, cette matière du feu ſe dégageoit ſous la forme de chaleur & de lumière.

C'eſt d'après ces principes que M. Lavoiſier s'eſt fondé pour prendre l'inverſe de l'ancienne hypothèſe. Au lieu de ſuppoſer que les corps inflammables contiennent une ſubſtance particulière que n'ont pas les corps non inflammables, il prétend que les premiers ont, à un certain degré de chaleur, une forte affinité avec l'air pur, & il prouve, par l'expérience, que ce qui reſte de ces corps après leur combuſtion, & des métaux après leur calcination, contient une ſubſtance qu'ils n'avoient pas auparavant. De-là, il a d'abord mis modeſtement en queſtion ſi la ſuppoſition de la ſubſtance à laquelle les chimiſtes ont donné le nom de phlogiſtique n'étoit pas entièrement ſuperflue. Mais comme les expériences du docteur Prieſtley répandoient chaque jour de nouvelles lumières ſur la nature des fluides aériformes, on a conclu de quelques-unes de ces expériences ainſi que d'une obſervation attentive des différens phénomènes chimiques, que l'air inflammable avant ſon dégagement des corps, où il exiſte dans un état concret, avoit tous les caractères & toutes les propriétés du phlogiſtique des anciens chimiſtes. On ne pouvoit donc plus regarder comme une ſubſtance pure-

ment hypothètique celle que l'on pouvoit montrer dans l'état aériforme, & dans un état aussi grand de pureté qu'aucune autre espèce d'air.

Cette opinion paroît avoir obtenu l'approbation des savans les plus distingués (*a*), tant en Angleterre qu'au dehors.

Je ne vois pas que M. Lavoisier ait rien dit de plus avant l'importante découverte de la composition de l'eau, faite par M. Cavendish; elle lui fournit une source nouvelle & inattendue, d'où il obtint l'air inflammable dégagé dans différentes expériences sur les substances métalliques ou inflammables. Cependant, en adoptant cette explication, M. Lavoisier s'écarte des règles de la logique, dont il reprochoit l'oubli à ses antagonistes; car si la composition de l'eau a été prouvée par des expériences directes, sa décomposition par des opérations chimiques est une pure supposition. M. Lavoisier ne peut pas dire qu'il est égal que l'air inflammable qui se dégage d'une dissolution métallique vienne de la décomposition de l'eau, ou de celle du métal; car les métaux qui fournissent le plus d'air inflammable, comme le fer & le zinc, sont par eux-mêmes

(*a*) Docteur Priestley, M. Bewly, M. Bergman, MM. de Morveau, de la Métherie, Chaptal, Crell, Wiegleb, Westrumb, Hermstadt, Kaersten, &c.

parfaitement inflammables, même dans l'abſence totale de l'eau, & ils doivent donc être cenſés poſſéder le même principe de l'inflammabilité que les ſubſtances végétales & animales, dont l'inflammabilité a été attribuée, ſans aucune eſpèce de difficulté, à l'air inflammable, au lieu que l'eau, dans aucune circonſtance, ne peut être enflammée.

Les ſubſtances dans leſquelles M. Lavoiſier convient qu'il exiſte un principe inflammable diſtinct de l'eau, ſont les huiles, les réſines, l'eſprit-de-vin (*a*), les alkalis volatils (*b*), & par conſéquent toutes les ſubſtances végétales & animales. Il regardoit même d'abord le charbon comme une modification inconnue du principe inflammable, quoiqu'à préſent il ſemble penſer autrement. S'il accorde que le charbon contienne le principe inflammable conſolidé par un moyen inconnu, comme la glace eſt une modification de l'eau, il eſt difficile de le lui conteſter, quoique dans la vérité le charbon, outre le principe inflammable contienne encore de l'air fixe,

(*a*) Mémoires de l'Académie des Sciences de Paris, ann. 1781, pag. 491 & 492.

(*b*) N° 29 du Journal de M. l'Abbé Rozier, p. 195.

comme nous le prouverons par la ſuite (1).

La différence d'opinions ſe réduit par conſéquent maintenant à ce petit nombre de points, ſavoir ſi le principe inflammable ſe trouve dans ce qu'on appelle les acides phlogiſtiqués, les acides végétaux, l'air fixe, le ſoufre, le phoſphore, le ſucre, le charbon & les métaux.

La queſtion ainſi limitée n'en eſt pas moins intéreſſante, ſi nous attachons quelque importance à l'exact arrangement de nos idées & à nous former des apperçus exacts & vrais des opérations de la nature. Les ſubſtances ci-deſſus nommées ſont le ſujet de quelques opérations chimiques & les inſtrumens de preſque toutes: ſans la connoiſſance de leur compoſition & une perception claire de leur action, il ſeroit impoſſible de former même l'ébauche d'une théorie ſolide de cette ſcience. L'accumulation journalière des faits ne feroit qu'augmenter la confuſion & la perplexité; & ſi l'on faiſoit quelque découverte utile, elle ſeroit le réſultat du haſard.

La nouvelle doctrine, que je prends la liberté d'appeller hypothèſe *anti-phlogiſtique*, & dont j'appellerai les ſectateurs *anti-phlogiſticiens*, (non par plaiſanterie, mais pour éviter les circonlocu-

---

(1) Voyez la note remiſe au Traducteur, pour être inſérée à la ſuite de cette introduction, pag. 11.

tions) a de grandes présomptions en sa faveur. Cette hypothèse a été proposée dans un âge & dans un pays éclairés : elle est recommandable par sa simplicité ; elle doit son origine à un savant d'un grand mérite, qui, le premier, a introduit une précision presque mathématique dans la physique expérimentale ; mais l'ancien système présente aussi de fortes présomptions en sa faveur : il a pris naissance, il est vrai, dans un siècle moins éclairé, mais il tire son origine d'un pays où les connoissances chimiques étoient alors & où elles sont encore plus avancées que dans aucune partie de l'Europe. C'est en Allemagne que les nations modernes doivent aller se perfectionner dans la minéralogie & la métallurgie, comme les anciens alloient en Grèce se perfectionner dans les lettres. L'ancienne doctrine a été perfectionnée par les Allemands & les Suédois, & leur attachement pour elle est demeuré inébranlable. Nous ne devons pas nous laisser éblouir par une fausse apparence de simplicité ; car on verra que, tout bien considéré, l'ancienne doctrine est encore celle qui répond le mieux aux phénomènes. Dans celle-ci, on ne dit pas que l'air pur s'unisse à aucune substance, si ce n'est au principe de l'inflammabilité avec lequel il paroît évidemment se combiner dans la combustion du gaz inflammable : dans la doctrine moderne, l'air pur sans

être un acide, ni produire aucuns ſignes de ſalinité, a la principale prérogative des ſubſtances acides, celle de s'unir à preſque tous les corps. Mais les préjugés de toute eſpèce doivent être mis de côté dans les recherches ſcientifiques, & nous ne devons avoir d'attachement que pour la vérité, lorſqu'elle nous eſt évidemment préſentée, ou au moins pour la très-grande probabilité de quelques principes. La doctrine qui doit être regardée comme la moins probable eſt celle qui eſt le plus ſouvent en défaut dans l'explication des phénomènes, qui admet le plus d'arbitraire dans ſes applications, & qui eſt la moins d'accord avec les règles générales du raiſonnement philoſophique. Je me flatte que d'après une lecture attentive des ſections ſuivantes, on ſera perſuadé que l'hypothèſe anti-phlogiſtique eſt dans ce cas.



NOTE

DE M. LAVOISIER

Sur l'Introduction.

M. KIRWAN ne paroiſſant pas s'être formé des idées parfaitement juſtes de la doctrine qu'il nomme anti-phlogiſtique, je me trouve forcé, avant d'entrer dans aucune diſcuſſion, de préſenter ici un expoſé ſuccint des principes ſur leſquels elle eſt fondée ; & pour ne point recommencer un travail déjà fait, je le puiſerai principalement dans le rapport que nous avons lu à l'académie, M. Bertholet, M. de Fourcroy & moi, de deux mémoires de MM. Haſſenfratz & Adet ; rapport qui ſe trouve imprimé page 288 de la méthode de nomenclature chimique, que nous avons propoſée. Ce rapport n'eſt point exactement adapté à la circonſtance actuelle, parce que ce n'étoit point à M. Kirwan que nous nous propoſions alors de répondre ; mais nous étant une fois déterminés à le tranſcrire, nous n'avons pas cru qu'il nous fût permis d'y rien changer, & nous nous ſommes fait un devoir de conſerver le texte dans toute ſon exactitude. Voici comme nous nous ſommes exprimés :

« Si on prend un corps ſolide, de la glace,

» par exemple, & si on l'échauffe, elle se con-» vertira en eau, & cette eau, exposée à une » chaleur de 80 degrés, prendra la forme de » vapeurs ou de gaz. On peut dire la même » chose de presque tous les corps de la nature; » ils sont solides, liquides ou aériformes, sui-» vant le degré de chaleur auquel on les expose » (*a*). La physique moderne a même trouvé des » moyens de mesurer, avec exactitude, le rapport » des quantités de chaleur nécessaire pour convertir » une partie des corps solides en liquides, & » ceux-ci en fluides aériformes (*b*).

» En empruntant, pour exprimer ces faits, la » nouvelle nomenclature que nous avons adop-» tée, nous dirons qu'un gaz ou fluide aérifor-» me est une combinaison du *calorique* avec » une substance quelconque; & en effet, toutes » les fois qu'il y a formation de gaz, il y a em-» ploi de calorique; & réciproquement toutes » les fois qu'un gaz passe à l'état solide ou fluide,

(*a*) « Voyez le Mémoire sur la combinaison de la » matière du feu avec les fluides évaporables, & sur la » formation des fluides élastiques aériformes. *Mémoires Acad. des Scienc. ann. 1777, pag. 420. Voyez aussi, même Volume, page 595 & suivantes.*

(*b*) « Voyez Mémoire sur la chaleur. *Académie des » Scienc. ann. 1780, pag. 355.*

» la portion de calorique néceſſaire pour le conſ-
» tituer dans l'état de gaz, reparoît & devient
» libre (*a*). Cet énoncé eſt rigoureuſement vrai,
» quelque idée qu'on attache au mot calorique,
» ſoit qu'on le conſidère comme un fluide élaſtique
» très-ſubtil, ſoit qu'on le regarde comme une
» modification (*b*).

» Nous ne nions pas qu'il n'exiſte du calori-
» que dans les corps ſolides (*c*); prétendre le
» contraire, ce ſeroit aller contre l'évidence.
» Mais nous diſons que le même corps con-
» tient plus de calorique dans l'état liquide
» qu'il n'en contenoit dans l'état ſolide, &
» plus encore lorſqu'il eſt porté à l'état aérifor-
» me. Nous ne connoiſſons point encore d'ex-
» ception à ce principe général.

» Il eſt donc néceſſaire de diſtinguer dans toute
» eſpèce de gaz, le calorique qui fait office de diſſol-
» vant, & la ſubſtance qui lui eſt unie & qui lui ſert

(*a*) » Mém. Acad. 1777, p. 424.

(*b*) » Nous ne diſtinguons point ici le calorique de
» la lumière, quoique cette diſtinction fût cependant
» néceſſaire; mais nous avons craint d'interrompre le
» fil du raiſonnement par de trop longues diſcuſſions.

(*c*) » Mém. Acad. des Scienc. ann. 1783, p. 524
» & ſuiv.

» de base (*a*). L'air vital a donc sa base, & » c'est à cette base que nous donnons le nom » d'*oxigène*. Nous distinguons également la base » du gaz inflammable, & c'est elle que nous » désignons par le mot *hydrogène*. Nous ne » dirons donc pas que l'air vital se combine » avec les métaux, pour former les chaux mé- » talliques; cette manière de nous énoncer ne » seroit pas suffisamment exacte; mais nous di- » rons que lorsqu'un métal est élevé à un cer- » tain degré de température, lorsque ses molé- » cules ont été écartées jusqu'à un certain point » les unes des autres par la chaleur, & que leur » attraction a été suffisamment diminuée, il » devient susceptible de décomposer l'air vital, » d'enlever sa base, c'est-à-dire, l'oxigène, au » calorique, & qu'alors ce dernier devient libre. » Cette explication de ce qui se passe dans la » calcination n'est point une hypothèse; c'est le » résultat des faits. Il y a plus de douze ans » que les preuves en ont été mises, par l'un de » nous, sous les yeux de l'académie, & qu'elles » ont été vérifiées par une commission nom- » breuse (*b*). Il fut constaté alors que lorsqu'on

(*a*) Mém. Acad. des Scienc. ann. 1777, page 595 » & suiv.

(*b*) » Voyez, Opuscules Chimiques de M. Lavoisier, » Chap. V & VI, deux. Part.

» opéroit la calcination des métaux, ſoit ſous des » cloches de verre, ſoit dans des vaiſſeaux fer- » més & dans des quantités connues d'air, il y » avoit décompoſition de l'air, & que le métal » ſe trouvoit augmenté en poids d'une quantité » rigoureuſement la même que celle de l'air » abſorbé. Depuis, il a été reconnu que lorſqu'on » opéroit dans de l'air vital très-pur, on pou- » voit l'abſorber en entier; que lorſqu'on opéroit » dans des vaiſſeaux ſcellés hermétiquement, » la calcination étoit limitée par la quantité de l'air » contenu dans les vaiſſeaux; mais que le vaiſſeau » lui-même n'augmentoit ni ne diminuoit de » poids pendant l'opération (*a*). Enfin, on a ob- » ſervé que plus la calcination du métal étoit rapide, » plus le dégagement du calorique étoit prompt, » & que la calcination du fer, par exemple, » devenoit une véritable combuſtion, lorſqu'on » l'opéroit dans l'air vital.

» Il y a de même abſorption totale de l'air » vital, ou plutôt de l'oxigène qui forme ſa » baſe, dans la combuſtion du phoſphore, & » le poids de l'acide phoſphorique qu'on obtient, » ſe trouve rigoureuſement égal au poids du » phoſphore, plus à celui de l'air vital employé

(*a*) » Mém. de l'Académie des *Science*, ann. 1747, » p. 351 & ſuiv.

» dans la combuſtion (*a*). Le même rapport des
» poids s'obſerve dans la combuſtion du gaz in-
» flammable & de l'air vital, dans celle du char-
» bon, &c. (*b*). Dans toutes ces opérations, le
» calorique & la lumière, qui tenoient l'oxigène
» en expanſion, deviennent libres: avec cette
» circonſtance remarquable cependant, qu'il y a
» plus de calorique dégagé dans la combuſtion
» du gaz inflammable, que dans celle du phoſ-
» phore, par la raiſon que les deux airs en
» fourniſſent, tandis qu'au contraire il y en a
» moins de dégagé dans la combuſtion du char-
» bon, parce que le réſultat de cette combuſtion
» étant de l'*acide carbonique* ou air fixe, il y a
» emploi de calorique pour le maintenir dans
» l'état aériforme.

» Rien n'eſt ſuppoſé dans ces explications,
» tout eſt prouvé le poids & la meſure à la
» main. Qu'eſt-il donc beſoin de recourir à un
» principe hypothétique qu'on ſuppoſe toujours,
» & qu'on ne prouve jamais, qu'on eſt obligé
» de regarder tantôt comme peſant, tantôt

(*a*) » Voyez Opuſcules Chimiques de M. Lavoiſier,
» Chap. IX, pag. 327, & Mém. Acad. année 1777,
» p. 65 & ſuiv.

(*b*) » Mém. Acad. des Sciences, année 1781, page
» 448 & 468.

» comme

» comme exempt de pesanteur, & auquel on
» est quelquefois forcé de supposer même une
» pesanteur négative; qui tantôt passe & tantôt
» ne passe pas à travers les vaisseaux; qu'on n'ôse
» définir rigoureusement, parce que son mérite
» & sa commodité consistent dans le vague même
» des définitions qu'on lui donne.

» C'est un beau fait, sans doute, observé
» par Stahl, que la propriété de brûler peut se
» transporter d'un corps dans un autre, suivant
» de certaines loix & de certaines affinités; mais
» aujourd'hui que nous reconnoissons que la
» propriété de brûler n'est autre chose que la
» propriété qu'ont quelques substances de dé-
» composer l'air vital, la grande affinité qu'elles
» ont pour l'oxigène, l'observation générale de
» Stahl se réduit à ce simple énoncé : *qu'un*
» *corps cesse d'être combustible dès que son affi-*
» *nité pour l'oxigène est satisfaite, dès qu'il en*
» *est saturé; mais qu'il redevient combustible,*
» *dès que l'oxigène lui a été enlevé par un*
» *autre corps qui a plus d'affinité avec ce prin-*
» *cipe.*

» Un des points de la doctrine moderne, qui
» paroît le plus solidement établi, est la forma-
» tion, la décomposition & la recomposition de
» l'eau; & comment seroit-il possible d'en dou-
» ter, quand on voit qu'en brûlant ensemble 15

» grains de gaz inflammable & 85 d'air vital, on » obtient exactement 100 grains d'eau, dans lesquels » on peut, par voie de décomposition retrouver » ces deux mêmes principes, & dans les mêmes » proportions (*a*)? Si on doutoit d'une vérité » établie par des expériences si simples, si pal- » pables, il n'y auroit plus rien de certain en » physique; il faudroit mettre en question si le » tartre vitriolé est réellement composé d'acide » vitriolique & d'alkali fixe; le sel ammoniac » d'acide marin & d'alkali volatil, &c. &c. car » les preuves qne nous avons de la composition » de ces sels sont du même genre, & elles ne » sont pas plus rigoureuses que celles qui éta- » blissent la composition de l'eau.

» Rien peut-être ne prouve mieux l'insuffisance » de la théorie ancienne, que les explications » forcées qu'on a cherché à donner de ces expé- » riences.

» L'eau, dit-on, qu'on obtient, étoit dans » les deux airs, dans les deux gaz qui ont servi » à la combustion (*b*). Mais 100 grains d'air » ne peuvent pas contenir 100 grains d'eau; au-

---

(*a*) Voyez Mém. Acad. année 1781, pag. 269 & » suiv. 468 & suivantes.

(*b*) » Voyez la méthode de nomenclature Chimique, » pag. 249 & 250.

» trement, il faudroit dire que le gaz inflammable eſt de l'eau, que l'air vital eſt de l'eau, & que ces deux fluides aériformes ſont une même choſe; ce qui eſt contraire à l'évidence, puiſqu'il eſt de principe que deux corps qui ont des propriétés très-différentes ne ſont pas une ſeule & même choſe.

» Il eſt d'ailleurs un autre genre d'expériences qui détruit tout ce ſyſtême d'explication; c'eſt la revivification des chaux métalliques dans le gaz inflammable, à l'aide du verre ardent. Si l'on fait paſſer ſous une cloche ou jarre remplie de mercure & plongée dans du mercure, une pinte, c'eſt-à-dire, deux grains de gaz inflammable (*a*), ſi on y introduit enſuite une chaux métallique, & ſi l'on fait tomber deſſus le foyer d'un verre ardent, le gaz inflammable eſt abſorbé en totalité : en même-tems, le métal ſe revivifie, & il ſe dépoſe une quantité aſſez conſidérable d'eau, tant ſur les parois de la cloche ou jarre, que ſur la ſurface du mercure. On n'a point encore déterminé, par des expériences exactes, la quantité d'eau qu'on obtient dans cette opération; mais il eſt au moins prouvé qu'elle excède de beaucoup le poids du gaz inflammable qu'on a em-

(*a*) » Expériences du Docteur Prieſtley.

» ployé ; elle ne pouvoit donc être contenue
» dans ce gaz, & il feroit abfurde de fuppofer
» que deux grains de gaz inflammable puffent
» tenir 8 ou 10 grains, & même plus d'eau en
» diffolution.

» Ce n'eft point au furplus par voie de recom-
» pofition feulement, qu'on eft parvenu à recon-
» noître que l'eau eft une fubftance compofée, &
» à déterminer la nature des principes qui entrent
» dans fa combinaifon ; on les retrouve par voie
» d'analyfe ou de décompofition ; en forte qu'on
» eft parvenu fur ce point au complèment de la
» preuve chimique. Il fuffit de préfenter à l'eau
» un corps qui ait une grande affinité, foit avec
» l'hydrogène ou bafe du gaz inflammable, foit
» avec l'oxigène ou bafe de l'air vital, pour opé-
» rer la féparation des parties conftituantes de
» l'eau ; elle fe décompofe, & celui de fes
» deux principes qui n'a point été engagé dans
» la nouvelle combinaifon, s'unit avec le calori-
» que, & fe montre fous la forme de gaz (*a*).
» Les grands phénomènes de la nutrition, &
» de l'accroiffement des animaux & des végé-
» taux, ceux des diverfes efpèces de fermenta-
» tions, &c. nous fourniffent des exemples mul-
» tipliés de ces décompofitions.

(*a*) » Mém. Académ. des Sciences, année 1781,
» pag. 468.

» M. Cavendish & M. Kirwan, ne s'accordent » point entièrement avec nous, sur la nature des » principes constitutifs de l'eau; ils ont imaginé » différentes hypothèses sur la nature & la com- » position du gaz inflammable, & de l'air vital. » Quant à nous, qui nous sommes fait une loi » de ne rien conclure au-delà des faits, nous » nous contentons de dire que l'eau est un com- » posé de la base de l'air vital, & de celle du » gaz inflammable, d'oxigène & d'hydrogène; » & en nous tenant dans ces termes, nous som- » mes assurés de ne point commettre une erreur.

» Nous passons à la théorie de l'acidification, » si toutefois on peut donner le nom de théorie » à une vérité de fait & d'observation, qui, par » sa généralité, peut être regardée comme une » loi constante de la nature. Nous ne sommes » pas encore parvenus à décomposer & à recom- » poser tous les acides; mais au moins nous » sommes assurés que l'oxigène est un principe » commun & nécessaire à la formation de tous » ceux dont nous connoissons la composition. » Ainsi il est de fait, & des expériences rigou- » reuses le prouvent, que le soufre ne peut » se convertir en acide sulfurique ou vitriolique, » qu'autant qu'on lui combine une fois & demie » son poids de base de l'air vital ou d'oxigène; » que de même le phosphore ne devient acide

» phosphorique, & le charbon acide carbonique » ou air fixe, qu'autant qu'on les combine avec » deux parties & demie d'oxigène, &c. Jus- » ques-là, la doctrine nouvelle de l'acidification » n'est, comme l'on voit, que l'exposition d'un » fait ; mais lorsque de ces faits particuliers, » elle tire la conséquence générale que l'oxigène » est un principe commun à tous les acides, » elle est déterminée à cette conséquence par l'a- » nalogie, & c'est alors que commence la théo- » rie ; les expériences qui se multiplient tous » les jours, lui donnent une probabilité de » plus en plus grande, & nous ne croyons pas » que ce soit une des parties les moins impor- » tantes de la nouvelle doctrine (*a*) ».

Rien n'est plus aisé, d'après cet exposé succint de la doctrine anti-phlogistique, que de se former une idée de ce que j'entends par inflammabilité. Un corps inflammable n'est autre chose qu'un corps qui a la propriété de décomposer l'air vital, & d'enlever au calorique & à la lumière la base, c'est-à-dire, l'oxigène qui leur étoit uni. Lorsque cette décomposition de l'air est rapide, & pour ainsi

(*a*) » Voyez Opuscules Physiques & Chimiques de » M. Lavoisier, Chap. IX. Mém. Acad. ann. 1776, » pag. 671, ann. 1777, pag. 65 & 594, ann. 1778, » pag. 555.

dire, inſtantanée, il y a flamme, chaleur & lumière. Lorſqu'au contraire la décompoſition eſt très-lente, & ſe fait paiſiblement, la chaleur & la lumière ſont à peine ſenſibles.

Si donc, au mot d'inflammabilité, on attache l'idée de dégagement de calorique & de lumière, tel que ce dégagement a lieu dans les phénomènes de la combuſtion & de la calcination, il faut en conclure que l'air vital, le gaz oxigène, eſt le corps inflammable par excellence, puiſque c'eſt principalement, & preſque uniquement de lui que ſe dégagent le calorique & la lumière.

M. Kirwan prétend que la queſtion ſe réduit maintenant à ſavoir ſi le principe inflammable ſe trouve dans les acides phlogiſtiqués, les acides végétaux, l'air fixe, le ſoufre, le phoſphore, le charbon & les métaux. Oui, ſans doute, ces ſubſtances ont la propriété de s'enflammer & de brûler lorſqu'on les échauffe dans l'air, c'eſt-à-dire, qu'elles ont la propriété de décompoſer l'air, le gaz oxigène, de s'emparer de ſa baſe & d'en ſéparer le calorique. Mais il n'eſt pas néceſſaire, pour expliquer cet effet, de ſuppoſer avec M. Kirwan, qu'il exiſte dans ces ſubſtances un principe commun à toutes, qu'elles contiennent toutes la baſe de l'air inflammable, c'eſt-à-dire, l'hydrogène; j'obſerverai d'abord que cette ſuppo-

ſition n'eſt nullement prouvée. Je dirai plus, elle n'eſt nullement probable; mais quand on parviendroit à l'établir, quand il ſeroit démontré que l'hydrogène eſt un principe commun à tous les corps combuſtibles, à tous les corps qui ont la propriété de décompoſer l'air vital ou gaz oxigène, il ne reſteroit pas moins prouvé encore que c'eſt l'air qui eſt le véritable combuſtible; que c'eſt lui qui fournit le calorique & la lumière pendant l'acte de la combuſtion, & la doctrine anti-phlogiſtique n'en ſeroit pas moins obligée de venir au ſecours de l'ancienne doctrine, pour expliquer les phénomènes de la calcination & de la combuſtion. Mais je m'abſtiendrai de pouſſer plus loin dans ce moment ces réflexions, & je renvoie le lecteur aux preuves que la diſcuſſion des faits amenera naturellement dans le cours de cet ouvrage.



SECTION I.

Du poids de différentes espèces d'airs.

Comme, dans cet ouvrage, j'aurai ſouvent occaſion de calculer le poids des différentes eſpèces d'air, il eſt néceſſaire que je commence par donner les moyens que j'ai employés pour m'aſſurer de l'exactitude de ce poids.

De l'air atmoſphérique.

Le chevalier Georges Schuckburgh, par une ſuite d'expériences faites avec un bon baromêtre, s'eſt aſſuré de la hauteur d'une colonne d'air correſpondante à $\frac{1}{10}$ de pouce de mercure, dont la gravité ſpécifique étoit 13,6, & il a répété ſes expériences à différentes hauteurs du baromêtre, & à différentes températures; le poids d'un dixième d'un pouce de mercure de cette peſanteur ſpécifique, (qui peut être regardée comme conſtante, les variations étant extrêmement petites dans la température habituelle de l'atmoſphère) eſt 344,32.

D'après ce calcul l'on trouvera que 100 pouces cubiques d'air commun pèſent (*a*),

(*a*) Voyez les réductions de ces poids & meſures en poids & meſures françoiſes à la fin de cette Section.

Baromètre.	Thermomètre.	
30	. 60 .	. . . 30,929
	. 50 .	. . . 31,612
29,5	. 60 .	. . . 30,414
	. 50 .	. . . 31,124

Poids moyen, ... 31,01975

Comme le baromètre ici & à Paris, est généralement entre 29,5 & 30 pouces, & la température de nos appartemens entre 50 & 60, je regarde le poids habituel de l'air atmosphérique, comme de 31 grains pour cent pouces cubiques (*b*).

Cent pouces cubiques d'eau pèsent 25318 grains, & comme 100 pouces cubiques d'air commun pèsent 31 grains, il s'en suit que dans les circonstances ci-dessus rapportées, l'air est 816 fois plus léger que l'eau (*c*). J'ai souvent pesé de l'air dans un globe de verre de la capacité de 116 pouces cubiques environ, & en général j'ai trouvé que mes résultats différoient peu de ceux du chevalier Georges Schuckburgh; ils donnoient constamment un poids un peu moindre, ce qui, je crois, dénote plutôt une erreur dans sa méthode, que dans celle par le baromètre, c'étoit lorsque l'hygromètre de Saussure

étoit au-dessus de 90 degrés que l'air étoit toutes choses égales, le plus léger.

Air déphlogistiqué.

J'ai obtenu cet air du précipité *per se*, sa bonté étoit telle qu'une mesure de cet air & deux de gaz nitreux, ne laissoient que $\frac{3}{10}$ de mesure de résidu. Lorsque 116 pouces cubiques d'air commun pesoient 35,38 grains, 116 de cet air déphlogistiqué pesoient 39,03 grains. Par conséquent son poids est à celui de l'air commun, à-peu-près comme 1103 à 1000 (*d*).

Pour connoître la quantité d'humidité que cet air acquéroit lorsqu'il étoit produit sur l'eau, j'ai rempli une cloche de 81 pouces cubiques de cet air; je l'ai portée sur le mercure, j'ai posé la cloche sur une capsule de trois pouces de diamètre, contenant 256,8 grains d'acide vitriolique concentré, dont la gravité spécifique étoit 1,863; je l'ai retiré au bout de vingt-quatre heures, & je trouvai que l'acide étoit augmenté du poids de 3,47 grains, par conséquent 100 pouces cubiques peuvent contenir 4 grains, 32 d'eau: la température de la chambre étoit de 58 (*e*).

(*e*) Cette quantité d'eau est beaucoup plus considérable que celle trouvée par M. de Saussure dans l'air de l'atmosphère. La différence est même telle qu'il est difficile

Pour essayer si le volume de cet air seroit plus considérable en l'obtenant sur l'eau que sur le mercure, je distillai en même-tems 240 grains de précipité rouge, dans deux cornues de même grandeur, l'une sur le mercure, l'autre sur l'eau; je trouvai la quantité d'air exactement la même. La capacité de mes jarres étoit telle que je ne pouvois les remplir que de 81 pouces cubes de mercure ; mais d'après cette expérience, je suis porté à penser que dans un court espace de tems, l'air déphlogistiqué n'absorbe pas plus d'humidité, lorsqu'il est reçu sur l'eau, que lorsqu'il est reçu sur le mercure (*f*).

Du gaz inflammable.

Le gaz inflammable employé dans cette expérience, étoit tiré d'une dissolution de limaille

---

de supposer qu'il ne se soit pas glissé quelque erreur dans le résultat de l'expérience. Au reste, il ne faut pas croire qu'aucune substance puisse dépouiller l'air de la totalité de l'eau qu'il contient. Il a déjà été observé plus haut que les attractions électives n'agissoient qu'en vertu de l'excès d'une affinité sur l'autre. L'acide sulfurique n'enlève donc pas toute l'eau à l'air; mais cette dernière se répartit entre l'air & l'acide sulfurique, jusqu'à ce que les deux forces soient en équilibre. Il est à observer que l'air en général, lorsqu'il est saturé d'eau, est spécifiquement plus léger que lorsqu'il en est privé. *Note du Traducteur.*

de fer doux, bien nette & récemment faite dans un acide vitriolique, dont la gravité ſpécifique étoit 1,0973; la température étoit de 59 degrés. Je reçus cet air ſur le mercure; il n'avoit preſque aucune odeur, & cette odeur étoit très-différente de celle que donne ordinairement l'air inflammable. Le baromêtre étant à 29,9, le thermomêtre à 60 degrés, le poids de cet air étoit à celui de l'air commun, comme 84,3 à 1000, conſéquemment très-près de 12 fois plus léger (*g*).

Je trouvai que le volume du gaz inflammable obtenu de la même quantité, des mêmes matières en chauffant l'appareil vers la fin, étoit d'environ un huitième plus grand lorſqu'il étoit obtenu ſur l'eau, que lorſqu'il étoit obtenu ſur le mercure. Je n'ai pas peſé l'air inflammable ainſi obtenu ſur l'eau, mais l'on ſait qu'il eſt tout au plus huit ou neuf fois plus léger que l'air commun.

De 85 pouces cubiques d'air inflammable reçu ſur l'eau, j'ai retiré par l'acide vitriolique de la manière ci-deſſus mentionnée, en cinquante-cinq heures deux grains d'eau (*h*) Quoiqu'il y ait, ſans doute, quelques erreurs dans toutes ces expériences, l'on ne peut guère douter que le gaz inflammable ne contienne moitié de ſon poids d'eau; le gaz inflammable en perdant ſon eau,

perdit ſon odeur ; mais il conſerva toujours ſes propriétés d'air inflammable comme auparavant, & par conſéquent il n'y a pas de raiſon de penſer qu'il ait été décompoſé, ou que l'eau ſoit en aucune manière eſſentielle à ſa compoſition.

Air phlogiſtiqué.

En expoſant un mêlange de limaille de fer & de ſoufre, dans un état de pâte ſur du mercure dans l'air atmoſphérique, j'obtins de l'air ſi phlogiſtiqué, qu'il n'éprouvoit aucune diminution par le gaz nitreux ; je le ſéchai en introduiſant pluſieurs fois du papier à filtrer ſec, ſous la jarre qui le contenoit. Son poids étoit à celui de l'air commun, comme 985 à 1000 ; le baromêtre étoit à 30,46, & le thermomêtre à 60 degrés (*i*). Il faut avoir ſoin que cet air ne reſte pas long-tems avec le mélange de pâte martiale, autrement il pourroit y avoir de l'air inflammable de produit.

Gaz alkalin.

Le poids de ce gaz eſt à celui de l'air atmoſphérique comme 600 eſt à 1000, le baromêtre étant à 30 degrés, & le thermomêtre à 61 degrés (*k*), ſon poids varie vraiſemblablement en proportion de l'humidité qu'il contient, & qui doit être conſidérable.

Gaz nitreux.

Comme le gaz nitreux auroit infailliblement corrodé l'appareil métallique de mon globe à peser les airs, je cherchai à trouver son poids en comparant la perte des matières qui le produisent; j'employai à cet effet 50 grains de cuivre, & 580 d'acide nitreux, dont la gravité spécifique étoit 1,1389. J'obtins sur le mercure à la température de 64 degrés, & le baromêtre à 29,6, en huit heures & demie, 38,74 pouces cubiques de gaz nitreux. J'eus une perte de poids de 14 grains de matière, par conséquent 100 pouces cubes de cet air, pesent 36,1; mais 100 pouces cubes d'air commun, pesent 30,2; par conséquent le poids de l'air nitreux, est à celui de l'air commun, comme 1195 à 1000 (*l*).

Si ce gaz eût été obtenu sur l'eau, ou par une forte chaleur, son poids eût été vraisemblablement très différent; comme il est susceptible de se mêler avec l'air phlogistiqué, avec les vapeurs nitreuses & avec une quantité d'eau plus ou moins grande, il est probable que les vapeurs nitreuses le rendroient plus pesant, & l'air phlogistiqué, ou l'eau plus léger.

Air fixe.

Le baromêtre étant à 29,85, & le thermomêtre à 64 degrés, je trouvai que le poids de

l'air fixe tiré du ſpath calcaire par l'acide marin, dont la peſanteur ſpécifique étoit 1,0145 & obtenu ſur le mercure, étoit à l'air commun, comme 1500 à 1000 (*m*).

Quoique cet air fût obtenu de manière à l'avoir le plus ſec poſſible, & que le globe qui le contenoit parût parfaitement ſec, il ſe couvrit intérieurement d'une roſée, qui, bientôt ſe réunit en gouttes viſibles, lorſqu'il fut placé dans une chambre de 27 degrés plus froide.

Gaz acide vitriolique.

Je retirai ce gaz, par une forte chaleur, du cuivre diſſous dans un acide vitriolique, dont la gravité ſpécifique étoit 1,704, ſon poids étoit à celui de l'air commun, comme 2265 à 1000, le baromêtre étant à 30,13, & le thermomêtre à 60 degrés (*n*).

Le poids de cet air doit varier ſuivant la proportion d'eau & de ſoufre qu'il contient.

Gaz hépatique.

Celui que j'ai retiré du fer ſulfuré, étoit à l'air commun, comme 1166 à 1000; mais comme il contenoit un peu de gaz inflammable métallique, il étoit probablement plus léger que celui que l'on retire des hépars calcaires ou alkalins.

TABLE

DES poids abſolus de 100 pouces cubes de différentes eſpèces d'air, & leur rapport avec l'air commun (o).

		Poids. Grains.	Proportion à l'air commun.
100 pouces cubiques d'air.	air commun,	31,	. 1000
	déphlogiſtiqué,	34,	. 1103
	phlogiſtiqué,	30,535	. 985
	nitreux,	37,	. 1194
	vitriolique,	70,215	. 2265
	fixe,	46,5	. 1500
	hépatique,	34,286	. 1106
	alkalin,	18,16	. 600
	inflammable.	2,613	. 84,3

Par le moyen de la troiſième colonne, le poids de l'air commun étant rigoureuſement donné, celui d'un gaz à la même température, & ſous la même preſſion, peut être à-peu-près trouvé ; car il faut avouer, que leur expanſibilité dans les différentes températures, n'a pas encore été exactement déterminée. A l'égard de la compreſſibilité, la différence ne mérite aucune conſidération. J'ai donné le poids de l'air déphlogiſtiqué, & de l'air nitreux, plus foibles que je ne les ai trouvés, pour abréger les calculs, & parce que les autres chimiſtes ont trouvé leur poids encore plus foible.

Le poids moyen de l'air commun d'après les calculs de M. Lavoiſier, diffère très-peu de celui que je lui ai aſſigné, la différence de ſes réſultats n'excèdent les miens ſur 1000 pouces cubiques anglois, que de 7 grains poids de troi ; quant aux autres airs, la différence entre nous eſt plus grande, comme on peut le voir par la table ſuivante (*p*).

		Grains François.	Par M. Lavoiſier.
100 pouces cubes françois pèſent d'après mes calculs.	air commun,	45,69	46,81
	Déphlogiſtiqué,	50,	47,317
	air fixe,	68,74	69,50
	air nitreux.	54,53	40,

Le poids de chacun de ces airs eſt ſi différent de celui ſur lequel j'ai aſſis mes premiers calculs de la proportion des matières qui entrent dans leur compoſition, que j'ai été obligé de les recommencer en entier. Je donne encore au gaz inflammabie le même poids qu'auparavant, parce qu'il n'a la grande légèreté que je lui ai trouvée, que lorſqu'il eſt fait avec un ſoin particulier; je ne le conſidère donc dans l'état ordinaire que comme dix fois plus léger que l'air commun, je conſidère auſſi ces airs comme combinés avec leur proportion la plus habituelle d'eau, & non comme parfaitement purs : dans ces circonſtances (*q*).

Cent pouces cubiques d'air nitreux contiennent 6,7 grains de phlogiſtique, & 30 grains de baſe nitreuſe.

Cent pouces cubiques d'air fixe contiennent 8,14 grains de phlogiſtique, 38,06 d'air déphlogiſtiqué.

Cent grains d'air nitreux contiennent 18 grains de phlogiſtique, & 82 de baſe de nitre.

Cent grains d'air fixe contiennent 17 grains de phlogiſtique, & 83 d'air déphlogiſtiqué.

RÉDUCTION

DES meſures, poids & échelles des baromêtres & thermomêtres employés par M. Kirwan aux meſures, poids & échelles que l'on emploie ordinairement en France, par M. Haſſenfratz.

J'ai réduit toutes les meſures de M. Kirwan au pied-de-roi, & j'ai, pour cette réduction, fait uſage de la ſuppoſition que le pied anglois, dont M. Kirwan s'eſt ſervi, étoit au pied françois, 11,2596 : 12. Ce rapport m'a été donné par M. de Lalande, d'après des expériences faites par lui ſur la comparaiſon de la meſure des deux pays, d'où il ſuit :

	pouc. franç.
Que le pied anglois = ...	11,2596
Le pouce, ...	0,9383
La ligne, ...	0,0938

	pouc. franç.
Le pied quarré, ...	126,7795
Le pouce quarré, ...	0,8884
La ligne quarrée, ...	0,0088
Le pied cube, ...	1427,4864
Le pouce cube, ...	0,8260
La ligne cube, ...	0,0008

J'ai réduit tous les poids au poids de marc, & j'ai fait uſage dans cette réduction de la ſuppoſition que M. Kirwan avoit toujours employé le poids de troi, & que la livre troi égaloit 12 onces 1 gros 47 grains, poids de marc. J'ai pris ce rapport dans un mémoire de M. Tillet, imprimé dans les mémoires de l'académie royale des ſciences, pour l'année 1767. Il ſuit de ma ſuppoſition :

	gr. poids de m.
Que la livre de M. Kirwan, = ...	7031,
L'once, ...	585,216
Le denier, ...	29,2958
Le grain, ...	1,22

Comme M. Kirwan a conſtamment fait des obſervations thermomêtriques, déterminées d'après l'échelle de Farenheit, j'ai réduit toutes ces obſervations à la température qu'auroit indiqué la graduation de M. de Reaumur, en me ſervant de la formule $\frac{n - 32 \times 4}{9}$, & en ſuppoſant *n*, le degré indiqué par la graduation de Farenheit.

J'ai réuni toutes les réductions des poids de la première section dans la note qui va suivre, parce que ces réductions paroissoient former un ensemble que l'on peut séparer de la section. J'ai eu l'attention de renvoyer à chaque article par des lettres, afin que l'on puisse vérifie les calculs. A l'avenir, les réductions seront en note au bas de chaque page.

(*a*) Cent pouces cubes françois d'air commun pèsent poids de marc,

Baromètre.	Thermomètre.		
28 p. 149	12 d. 44 . .	45,68	grains poids de marc.
	8	46,69	
27 p. 679	12 d. 44 . .	44,92	
	8	45,97	
Poids moyen, ...		45,81	

(*b*) Les 29,5 p. & 30 p. du baromètre anglois correspondent à 27,676 p. & 28,149 p. du baromètre françois; & les 50 & 60 d. du thermomètre de Fareinheit répondent à 8 & 12,44 d. de celui de M. de Reaumur.

(*c*) Cent pouces cubes d'eau pèsent 37419, 8 gr. poids de marc, & les cent pouces cubes d'air commun pèsent 45,81 gr. Ainsi le rapport est :: 816 : 6.

(*d*) Lorsque 95, 816 pouces cubes d'air commun pesoient 43, 36; 95, 816 d'air déphlogistiqué pesoient 47,61. Ainsi, les rapports sont à-peu-près :: 1104 : 1000.

(*e*) Ainsi cent pouces cubes françois peuvent contenir

d'après M. Kirwan 6,38 grains d'eau, la température étant 9,777.

(*f*) Deux cens quatre-vingt-douze grains d'oxide rouge de mercure ont donc rendu 66,906 pouces cubes d'air déphlogistiqué.

(*g*) La température à laquelle on a fait le gaz inflammable étoit de 12 d. de Reaumur; & lorsqu'il a été pesé la température étoit de 12,44, & le baromètre 28,149.

(*h*) Sept mille vingt-sept pouces cubes de gaz inflammable ont perdu 2,95 grains d'eau, étant exposés à l'action de l'acide vitriolique.

(*i*) Lorsque l'on a pris le poids de l'air phlogistiqué, le baromètre étoit à 28,58 p., & le thermomètre à 12,44 d.

(*k*) Le poids du gaz alkalin a été pris à une pression de 28,149 p., & une température de 12,88.

(*l*) Cinquante-un grains de cuivre dans 707,6 grains d'acide nitreux, dont la pesanteur spécifique étoit 1,1389, ont produit 31,999 pouces cubes de gaz nitreux à 27,773 p. du baromètre & 14,222 du thermomètre. La perte de poids pendant l'opération a été de 17,08 grains; ce qui détermine la pesanteur de 100 pouces cubes de 53,3 grains. La pesanteur de cent pouces cubes d'air commun étant 44,6, il s'ensuit que le premier est au second :: 1195 : à 1000.

(*m*) La pesanteur spécifique de l'air fixe a été prise à une pression de 28 p. & une température de 14,222.

(*n*) Le baromètre étant à 28,27 p. & le thermomètre à 12,44 d., la pesanteur de l'air acide vitriolique étoit à celle de l'air commun :: 2265 : 1000.

(*o*) *Table du poids abſolu de 100 pouces cubiques des différentes eſpèces d'air en poids & meſures françoiſes d'après M. Kirwan.*

Air commun,	45,81	1000
déphlogiſtiqué,	50,52	1103
phlogiſtiqué,	45,192	985
nitreux,	54,69	1194
vitriolique,	103,759	2265
fixe,	68,715	1500
hépatique,	50,665	1106
alkalin,	27,486	600
inflammable,	3,861	84,3

Comme toutes les expériences faites juſqu'à préſent ſur la compoſition de l'air commun, paroiſſent établir que ſur 100 pouces cubes, il eſt compoſé de 28 p. d'air déphlogiſtiqué, & 72 d'air phlogiſtiqué, il s'enſuivroit qu'en ſuppoſant qu'il n'y ait aucune combinaiſon entre ces deux eſpèces d'air, que ſi ces deux airs ſéparés ont été peſés exactement, le poids de 100 pouces cubes d'air commun devroit peſer 46,68 grains, & que pour peu qu'il y ait de combinaiſon, ſon poids devroit augmenter d'autant.

(*p*) Suivant les expériences de M. Lavoiſier, (voyez mémoires de la Société royale de Médecine, année 1782, page 569) 100 pouces cubiques d'air commun à la température de 10 degrés du thermomètre de Reaumur, & à 28 pouces de preſſion pèſent 46,00

Cent pouces cubiques d'air vital ou gaz oxigène à la même température & à la même preſſion pèſent 50,00

Cent pouces cubiques de mofete, air phlogiſtiqué ou gaz azotique, pèſent 44,44

Depuis l'impreſſion de ces réſultats, M. Lavoiſier a cherché à mettre encore plus de préciſion dans le poids de l'air vital ou gaz oxigène, en tenant compte de la petite quantité de mofete ou gaz azotique qu'il contient preſque toujours; & il penſe qu'on peut porter à 51 grains le poids de cent pouces cubiques de cet air. Une plus grande peſanteur indique un mêlauge de gaz acide carbonique; une moindre annonce un mélange de gaz azotique.

Ces airs, dans ces réſultats, ſont ſuppoſés ſaturés d'eau. Leur volume change à-peu-près de $\frac{1}{215}$ par degré du thermomètre de Reaumur.

(*q*) Cent pouces cubiques d'air nitreux contiennent 9,9 grains de phlogiſtique, & 44,79 de baſe nitreuſe.

Cent pouces cubiques d'air fixe contiennent 12,0288 grains de phlogiſtique, & 56,687 d'air déphlogiſtiqué.



SECTION II.

DE LA COMPOSITION DES ACIDES ET DES PRINCIPES GÉNÉRAUX DE LA NOUVELLE THÉORIE.

IL faut avouer qu'à l'égard de la nature & de la composition interne des acides, la théorie de la chimie a été bien avancée par les raisonnemens & les explications de M. Lavoisier. A la vérité, le docteur Priestley a découvert le premier qu'il disparoît une portion d'air pur pendant la combustion du soufre & du phosphore, & dans l'union de l'air pur avec le gaz nitreux; mais la connexion & la relation de cette absorption de l'air avec les acides qui en résultent, a été remarquée d'abord par M. Lavoisier. J'ai fait voir dans différens mémoires insérés dans les Transactions philosophiques que cet air est toujours uni au principe phlogistique, & qu'il est converti en air fixe; mais j'ai négligé de suivre plus loin la trace de cet air. Je suis maintenant convaincu qu'il devient une partie constituante & essentielle des acides.

Tous les acides dans la théorie nouvelle sont composés de deux principes; un particulier à chacun d'eux, qui, dans l'opinion des anti-phlo-

gisticiens, n'a point encore été décomposé, & qui par conséquent doit être regardé relativement à l'état de nos connoissances, comme une substance simple.

L'autre principe, l'air pur dans l'état concret qui est privé de la plus grande partie de sa chaleur spécifique, & condensé dans un plus petit volume ; ils appellent le premier base de l'acide, le second principe oxigène. Ainsi l'acide vitriolique, selon eux, est composé de soufre comme base, & d'air pur dans l'état concret, comme principe acidifiant ou oxigène.

Cette doctrine de la composition des acides, a été adoptée par les plus grands défenseurs du phlogistique, & particulièrement par un philosophe & un chimiste très-distingué, M. de Morveau, avec cette modification particulière, que la base des acides contient le phlogistique, & qu'elles le perdent en s'unissant à l'air pur ; cependant il me paroît très-difficile de concevoir comment l'air pur peut s'unir au phlogistique, substance avec laquelle il a la plus grande affinité, sans former un nouveau composé avec des propriétés différentes de celles qu'il possédoit avant leur union ; il me paroît plus raisonnable de penser, ou qu'il forme l'eau, comme M. Cavendish le pense, ou qu'il forme de l'air fixe, comme je m'efforcerai de le prouver dans les

chapitres ſuivans. Il faut avouer que les produits conſtans d'air fixe que l'on retire des acides végétaux, & l'impoſſibilité d'en obtenir de l'air pur, eſt une forte préſomption en faveur de cette dernière opinion.

TABLE

Des affinités du principe oxigène, d'après M. Lavoiſier.

Baſes.	*Composés réſultans.*
Baſe de l'acide marin,	Acide marin déphlogiſtiqué.
Charbon,	Air fixe.
Zinc,	Chaux de zinc.
Fer,	Chaux de fer.
Principes inflammable,	Eau.
Régule de manganèſe,	Chaux de manganèſe.
Cobalt,	Chaux de cobalt.
Nickel,	Chaux de nickel.
Plomb,	Chaux de plomb.
Etain,	Chaux d'étain.
Phoſphore,	Acide phoſphorique.
Cuivre,	Chaux de cuivre.
Biſmuth,	Chaux de biſmuth.
Régule d'antimoine,	Chaux d'antimoine.
Mercure,	Chaux de mercure.
Argent,	Chaux d'argent,

Bases.	*Composés résultans.*
Régule d'arsénic,	Chaux d'arsénic.
Sucre,	Acide du sucre.
Soufre,	Acide vitriolique.
Air nitreux,	Acide nitreux.
Principe de la chaleur,	Air déphlogistiqué.
Or,	Chaux d'or.
Vapeurs d'acide marin,	
Acide nitreux,	
Chaux noire de manganèse.	

Cette table est susceptible de nombreuses objections, que j'aurai occasion de faire par la suite ; je ne parlerai ici que de quelques-unes qui s'appliquent généralement à toute la table.

1°. Des dix-neufs premières substances qui ont la plus grande affinité avec le principe oxigène, aucune ne s'unit à lui à la température ordinaire de l'atmosphère. Cependant rien ne s'oppose à cette union, si ce n'est l'affinité du principe de la chaleur avec le principe oxigène ; laquelle affinité, cependant, est indiquée plus foible dans cette table, que celle d'aucune des dix-neuf substances qui le précèdent.

2°. La seule substance qui s'unit au principe oxigène à toutes les températures, & qui chasse constamment le principe de la chaleur, est l'air

nitreux (*). Il eſt cependant placé dans cette table, comme ayant la plus foible affinité avec le principe oxigène.

3°. Il n'y a aucune preuve que l'air vital, lorſqu'il eſt dans ſon état de pureté, & non combiné, s'uniſſe à d'autres ſubſtances qu'au gaz inflammable. On ne l'a encore obtenu d'aucune autre ſubſtance, que des chaux des métaux parfaits, du mercure & du plomb, à moins que ces ſubſtances n'ayent été combinées avec quelqu'acide.

(*) L'air nitreux ne chaſſe qu'une très-petite portion de la chaleur dans l'air vital, ou gaz oxigène. Cette même chaleur ſe retrouve dans toutes les décompoſitions de l'acide nitreux, & elle eſt même ſuſceptible d'être meſurée. (*Note du Traducteur*).



NOTE

DE M. LAVOISIER.

M. KIRWAN, dans les défauts qu'il reproche à la table des affinités du principe oxigène avec différentes ſubſtances, ne me juge pas plus ſévèrement que je ne me ſuis jugé moi-même; mais il auroit dû avertir que toutes les objections qu'il fait contre cette table, je les avois faites avant lui, & peut-être d'une manière plus forte. Voici comme je me ſuis exprimé, volume des mémoires de l'académie des ſciences, année 1782, page 530 & ſuivantes.

« Je n'ignore pas combien la confection d'une » table des affinités, comporte de difficultés, & » pour qu'on ne croye pas que je me les ſuis » diſſimulées, je vais les expoſer ici dans toute » leur force.

» Un premier défaut, commun à toutes les » tables d'affinités, qui ont été formées juſqu'ici, » conſiſte à ne préſenter que des réſultats d'af- » finités ſimples, tandis qu'il n'exiſte pour nous » dans la nature que des cas d'affinités doubles, » ſouvent triples, & peut - être beaucoup plus » compliqués encore.

» Pour ſe former des idées préciſes ſur ces » phénomènes, il faut ſe repréſenter tous les » corps de la nature comme plongés dans un » fluide élaſtique très-rare, très-léger, connu » ſous le nom de *fluide igné*, *de principe de la* » *chaleur*; ce fluide qui les pénètre tous, tend » continuellement à en écarter les parties, & il » y parviendroit ſi elles n'étoient retenues par » l'attraction qu'elles exercent les unes ſur les » autres; c'eſt cette attraction qu'on a coutume » d'appeller du nom d'*affinité d'aggrégation*. La » réſiſtance que les molécules conſtituantes des » corps apportent à leur ſéparation, n'eſt donc » qu'un réſultat de deux forces qui ſont variables » l'une & l'autre; la première, ſuivant une cer- » taine loi relative aux degrés du thermomètre; la » ſeconde, en raiſon de l'écartement plus ou moins » grand, occaſionné entre les parties des corps » par l'introduction du fluide igné : c'eſt par une » ſuite de ces deux cauſes, que le même corps, » plus ou moins échauffé, devient ſucceſſive- » ment ſolide, liquide ou aériforme, ſuivant » que l'effort que fait la matière du feu pour en » écarter les parties, eſt plus fort ou plus foible, » ou en équilibre avec la force aggrégative. J'ai » parlé ailleurs d'une autre cauſe qui s'oppoſe à » l'écartement des molécules des corps, & prin-

» cipalement des fluides, c'est la pression de l'at-
» mosphère.

» Il suffit de-là, que lorsque l'on combine
» deux corps, l'action qu'ils exercent l'un sur
» l'autre, est absolument différente, suivant le
» degré de chaleur auquel se fait la combinai-
» son ; sont-ils concrets l'un & l'autre, par
» exemple, comme du plomb & de l'étain, ils
» n'ont aucune action l'un sur l'autre, parce que
» l'attraction de leurs parties avec elles-mêmes,
» est plus forte que l'action réciproque que les
» molécules des deux métaux peuvent exercer
» les unes sur les autres ; de-là cet axiome chimi-
» que, *corpora non agunt nisi sint soluta* : mais
» lorsque par une action plus forte de la cha-
» leur, les molécules de l'un des deux métaux
» ont été écartées ; que leur attraction, leur af-
» finité d'aggrégation a été diminuée, alors ils
» agissent l'un sur l'autre, & la combinaison des
» deux métaux a lieu.

» Une table d'affinités ne peut donc présenter
» des résultats vrais qu'à un certain degré de chaleur
» & le mercure en fournit un exemple frappant :
» qu'on échauffe ce métal jusqu'au degré capa-
» ble de le faire bouillir, il décompose l'air vi-
» tal, il s'empare du principe oxigène qui le
» constitue, il se calcine & se convertit en
» chaux

» chaux rouge de mercure ; veut-on lui faire
» éprouver une chaleur un peu plus forte, & capa-
» ble seulement de ramollir le verre, l'air vital
» se dégage, & le mercure se revivifie : ainsi au
» degré du mercure bouillant, le principe oxi-
» gène a plus d'affinité avec le mercure, que la
» matière de la chaleur, & le contraire a lieu à
» une température plus élevée.

» Une table des rapports, construite sur les
» principes de toutes celles que nous connoissons,
» ne peut cependant exprimer que l'un ou l'autre
» de ces deux effets; elle est donc nécessairement
» fautive dans l'un ou l'autre cas. M. Bergman
» a cherché à remédier à cet inconvénient, en
» divisant en deux parties sa table des affinités,
» l'une destinée à présenter les résultats des ex-
» périences par la voie humide, l'autre par la
» voie sèche; mais pour obtenir des tables ri-
» goureusement d'accord avec l'expérience, il
» faudroit, pour ainsi dire, en former une pour
» chaque degré du thermomêtre.

» Un second défaut de nos tables d'affinités,
» est de ne faire entrer pour rien les effets de
» l'attraction de l'eau, & peut-être de sa décom-
» position, dans les combinaisons par la voie hu-
» mide : on regarde l'eau comme un agent sim-
» plement passif, tandis qu'elle agit avec une force

» réelle & perturbatrice qui doit entrer en ligne
» de compte dans les résultats.

» Une troisième imperfection des tables d'affi-
» nités, est de ne pouvoir exprimer les variations
» qui surviennent dans la force attractive des
» molécules des corps, en raison des différens
» degrés de saturation : il y a certaines combi-
» naisons pour lesquelles il y a deux & trois
» degrés de saturation marqués, d'autres pour
» lesquelles il y en a un plus grand nombre :
» la formation des acides en fournit beau-
» coup d'exemples, & il ne sera pas inutile
» de m'y arrêter un moment. L'acide vitriolique,
» comme je l'ai fait voir dans un mémoire im-
» primé dans le recueil de 1777, résulte de
» l'union du soufre & de l'oxigène ; mais
» par la combinaison de ces deux principes, on
» peut former deux acides distincts, & qui diffèrent
» essentiellement l'un de l'autre par le plus grand
» nombre de leurs propriétés ; l'acide vitriolique
» qui est pesant, fixe, sans odeur, & qui attire
» l'eau avec une grande avidité ; l'acide sulfureux
» qui est éminemment volatil, qui ne se com-
» bine avec l'eau qu'en assez petite quantité, qui
» a une odeur très-pénétrante : ces deux acides
» ont chacun leur degré de saturation ; le premier
» constitue l'acide sulfureux, le dernier constitue

» l'acide vitriolique, sans qu'il y ait aucun in-
» termédiaire entre le soufre & l'acide sulfureux,
» entre l'acide sulfureux & l'acide vitriolique;
» & pour convertir l'un dans l'autre, il suffit
» d'ajouter de l'oxigène à l'acide sulfureux, &
» d'en retrancher à l'acide vitriolique.

» L'acide marin, comme je l'ai déja observé,
» présente le même phénomène; il est composé
» d'un principe inconnu, & qu'il n'a pas encore
» été possible d'obtenir à nu, combiné avec
» l'oxigène : si on le fait passer sur de la
» manganèse ou d'autres chaux métalliques,
» comme il a plus d'affinité que la plupart d'entre
» elles avec l'oxigène, il le leur enlève &
» s'en sature complettement; alors, il forme un
» acide gazeux, susceptible d'être absorbé par l'eau
» jusqu'à saturation, qui a la propriété de dis-
» soudre l'or, &c. C'est cet acide que MM. Berg-
» man & Schéele ont nommé *acide marin*
» *déphlogistiqué*. Dans l'état, au contraire,
» où on l'obtient par la distillation du sel
» marin, soit avec l'argile, soit avec l'acide
» vitriolique, il n'est pas complettement sa-
» turé d'oxigène; alors, il est en analo-
» gie avec l'acide sulfureux, il est très-vola-
» til, d'une odeur très-pénétrante, &c. Il y
» a grande apparence qu'il en est de même des
» deux acides phosphoriques, de celui obtenu

» par *deliquium*, & de celui obtenu par com-
» bustion ; le premier est beaucoup moins sa-
» turé d'oxigène que le second, & il existe en-
» tre eux la même différence qu'entre l'acide
» sulfureux & l'acide vitriolique.

» Enfin, l'air nitreux est susceptible de pren-
» dre avec l'oxigène, non-seulement deux de-
» grés, mais une infinité de degrés de satura-
» tion ; & il en résulte une infinité d'acides ni-
» treux différens, depuis celui qu'on nomme
» *déphlogistiqué*, & qui est blanc & sans cou-
» leur, jusqu'à celui qui est le plus rutilant & le
» plus fumant.

» On conçoit que la force d'affinité qui unit
» les deux principes, le soufre, par exemple, avec
» l'oxigène, n'est pas la même dans les deux
» degrés de saturation, dans l'acide vitriolique &
» dans l'acide sulfureux : mais c'est sur-tout dans
» l'acide nitreux que cette différence est remar-
» quable. L'air nitreux qui tient beaucoup à cet
» acide lorsqu'il est complettement saturé d'oxi-
» gène, y tient très-peu dans l'acide nitreux
» fumant, puisque le simple degré de chaleur de
» l'atmosphère suffit pour l'en séparer. Je pour-
» rois ajouter que cette différence, dans la
» proportion de l'oxigène, change les affinités
» entre l'acide & les différentes substances avec
» lesquelles il est susceptible de s'unir ; que l'a-

» cide, qui étoit le plus fort lorſqu'il étoit ſaturé complettement de ce principe, devient quelquefois d'autant plus foible qu'il en eſt privé davantage; mais je ſortirois de l'objet de ce mémoire, dans lequel je ne me ſuis propoſé que d'examiner les degrés d'affinité de l'oxigène avec différentes ſubſtances, & non pas les degrés d'affinité qu'acquièrent ces différentes ſubſtances lorſqu'elles ſont combinées avec l'oxigène.

» Ce que je viens de dire contre les tables d'affinités, en général, s'applique naturellement à celle que je vais préſenter; mais je n'en penſe pas moins qu'elle peut être de quelque utilité, au moins juſqu'à ce que des expériences plus multipliées & l'application du calcul à la chimie, nous mettent en état de porter plus loin nos vues. Peut-être un jour la préciſion des données ſera-t-elle amenée au point que le géomètre pourra calculer, dans ſon cabinet, les phénomènes d'une combinaiſon chimique quelconque, pour ainſi dire de la même manière qu'il calcule le mouvement des corps céleſtes. Les vues que M. de la Place a ſur cet objet, & les expériences que nous avons projetées, d'après ſes idées, pour exprimer, par des nombres, la force des affinités des différens corps, per-

» mettent déjà de ne pas regarder cette eſpé-
» rance comme abſolument chimérique ».

Ce n'eſt qu'après ces obſervations préliminaires que j'ai ôſé haſarder un tableau des affinités de l'oxigène, avec différentes ſubſtances; & certainement, on ne pouvoit y mettre plus de réſerve & de circonſpection. Aujourd'hui même que je relis ces réflexions, plus de quatre ans après qu'elles ont été rédigées, & après avoir été inſtruit par la critique de M. Kirwan, je ne vois preſque rien à y ajouter. J'inſiſterai ſeulement ſur deux points que je n'ai indiqués alors que ſommairement, & qui exigent un peu plus de développement.

On ſe formeroit une fauſſe idée des affinités, ſi on ſe perſuadoit que, dans tous les cas, un corps enlève à un autre la totalité du principe pour lequel il a plus d'affinité : rendons cet énoncé plus clair par des exemples : ſi l'on fait bouillir de l'acide ſulfurique ſur du mercure, ſur de l'argent, ou ſur du cuivre, ces métaux ne décompoſent pas complettement l'acide ſulfurique; ils n'enlèvent pas au ſoufre la totalité de l'oxigène auquel il étoit uni : ils n'agiſſent ſur l'oxigène qu'en vertu de la force attractive qu'ils exercent ſur lui, diminuée par la force attractive que le ſoufre exerce ſur ce même principe. Il faut donc conſidérer l'oxigène dans ces ſortes de dé-

compositions comme obéissant à deux forces inégales : d'une part, il est attiré par le métal qui tend à se réduire en chaux, autrement dit, en oxide; de l'autre, il est retenu par le soufre, & il se répartit entre les deux, jusqu'à ce qu'il y ait équilibre. Ainsi, quand la table d'affinités annonce que l'argent, le mercure, le cuivre enlèvent l'oxigène au soufre, elle n'exprime pas une chose exacte; elle devroit dire que quand ces métaux sont en présence de l'oxigène & du soufre, l'oxigène se répartit entre le soufre & les métaux, dans une certaine proportion qui constitue un oxide & l'acide sulfureux. Or, en supposant que la forme donnée jusqu'ici à nos tables d'affinités, permît d'exprimer cet effet mixte dans le cas simple que je viens de rapporter, il en est une infinité d'autres plus compliqués, auxquels le langage de nos tables n'est absolument point applicable.

J'ajouterai, en second lieu, qu'à l'époque où j'ai redigé le mémoire sur les affinités de l'oxigène, la décomposition de l'eau n'étoit encore que soupçonnée; que cette décomposition, qui est aujourd'hui prouvée, oblige de considérer, d'une manière très-différente, toute les affinités qui ont lieu lors de la dissolution des métaux, dans des acides étendus d'eau; il est impossible de n'y pas faire entrer l'affinité qu'ont les prin-

cipes de l'eau, ſoit entre eux, ſoit avec les métaux, ſoit avec les principes conſtitutifs des acides; & la complication qui en réſulte dans les effets, donne lieu à une infinité d'anomalies dont il eſt difficile de rendre raiſon, qu'il eſt encore plus difficile de prévoir dans l'état actuel de nos connoiſſances, & qu'il eſt ſur-tout impoſſible d'exprimer dans nos tables d'affinités.

Voilà tout ce que j'ajouterai, dans ce moment, aux réflexions générales & préliminaires placées en tête du mémoire que j'ai publié ſur cet objet dans le volume de 1782; elles tendent à confirmer qu'il eſt impoſſible de faire une table exacte d'affinités, d'après la forme adoptée juſqu'ici, & dans l'état actuel de nos connoiſſances. Ainſi, pour me réſumer, la table que j'ai préſentée ne donne des réſultats vrais que relativement à certains degrés de température. Elle n'exprime pas qu'un corps enlève à un autre la totalité de l'oxigène qui lui étoit combiné; mais ſeulement que ce principe ſe repartit entre les deux juſqu'au point d'équilibre : enfin, je n'ai pu avoir égard, en la conſtruiſant, à une infinité de cauſes perturbatrices, telles que l'action de l'eau & des principes qui la compoſent. Mais ces cauſes d'erreurs & d'incertitudes ſont communes à toutes les tables d'affinités publiées juſqu'ici, & on peut notamment les reprocher à

la colonne des affinités du phlogiſtique, publiée par M. Bergman, & dont la mienne n'eſt que l'inverſe, à beaucoup d'égards.

Je me crois, d'après ces réflexions générales, diſpenſé de diſcuter article par article, les objections de M. Kirwan. Je me plaindrai ſeulement à lui de ce qu'après avoir prouvé que certains articles de ma table d'affinités préſentent des réſultats faux dans quelques circonſtances, ce que j'ai moi-même annoncé d'avance, il les ſuppoſe enſuite vrais, pour en argumenter en faveur de la doctrine du phlogiſtique; mais il me ſera aiſé de déconcerter cette manière d'argumenter, puiſqu'il eſt de principe, en bonne logique, qu'on ne peut pas tirer une conſéquence juſte d'un fait qu'on regarde comme faux, ni d'un principe qu'on croit erroné.



SUITE DE LA SECTION II.

DE LA COMPOSITION ET DE LA DÉCOMPOSITION DE L'EAU.

LES expériences de M. Cavendish & de M. Monge, me paroiſſent prouver de manière à ne laiſſer aucun doute que le produit de la combuſtion de l'air déphlogiſtiqué & du gaz inflammable n'eſt que de l'eau ; car lorſque ces airs ont été employés dans une juſte proportion, $\frac{1}{50}$ ſeulement du mêlange des deux airs garde ſa forme gazeuſe (*a*). Il eſt donc impoſſible de ſuppoſer que toute l'eau obtenue exiſtât dans ces gaz, c'eſt-à-dire, que ſur 50 parties il y en eut 49 d'eau. D'après M. Lavoiſier, 100 parties d'eau en poids contiennent environ 87 parties d'air déphlogiſtiqué, & 13 de gaz inflammable : ce qui eſt à-peu-près dans la proportion de 7 à 1 (*b*) ; & en ſuppoſant le poids de ces airs tel que

(*a*) Tranſactions Philoſophiques, année 1784, page 134.

(*b*) Les expériences faites au commencement de 1785, en préſence des Commiſſaires de l'Académie des Sciences de Paris, donnent environ en poids 85 d'air

je l'ai donné dans le premier chapitre, 100 grains (poids de troy) d'eau contiendroient 2544 pouces cubiques d'air déphlogiſtiqué, & 497 de gaz inflammmable (*a*), ce qui eſt à peu-près dans la proportion d'un à deux. Cependant ce calcul eſt quelquefois précaire, comme cela eſt ſur-tout prouvé d'après l'expérience de M. Monge, la plus exacte de celles faites en France; le gaz inflammable qu'il a employé étoit certainement ſaturé d'eau, ſa peſanteur ſpécifique n'étant pas tout-à-fait ſept fois au-deſſous de l'air commun (*b*).

La ſeule circonſtance dans laquelle il a été clairement prouvé que l'eau réſulte de l'union du gaz inflammable & de l'air déphlogiſtiqué, eſt celle dans laquelle un des gaz ou tous les deux, ont été expoſés à une chaleur rouge; mais aſſurément on ne peut pas en inférer que l'eau réſulte de leur union à une température plus baſſe; au contraire il paroît qu'alors il ſe forme un autre compoſé des deux gaz qui eſt l'air fixe.

---

vital, & 15 de gaz inflammable. Cette expérience peut être regardée comme auſſi exacte que celle de M. Monge. (*Note du Traducteur*).

(*a*) Donc 100 grains poids de marc contiendroient 2101,34 de gaz oxigène & 417,522 de gaz hydrogène.

(*b*) Mémoires de Paris, ann. 1783, pag. 79.

Ainsi, par exemple, le mercure & le soufre à une chaleur médiocre forment l'éthiops, à une plus grande ils forment le cinabre : il est certain qu'à une foible chaleur ces deux airs peuvent rester long-tems ensemble sans former aucune combinaison; & lorsqu'ils s'unissent, c'est parce que l'un des deux n'a plus toute sa quantité de feu spécifique. Mais à une autre température, leur chaleur spécifique devient chaleur sensible, comme l'a découvert M. Watt (*a*). J'ai fait voir ailleurs par l'exemple de l'air fixe & de la chaux vive, & par celui de l'acide vitriolique concentré & de l'eau (*b*), combien est grand l'obstacle que met la chaleur spécifique à l'union des corps, lorsque le composé qui résulteroit de leur union, doit en contenir beaucoup moins que n'en contenoit chacun des composans dont il est formé.

Un autre principe adopté par les partisans de la nouvelle théorie, & qui est réellement la base de tout leur systême, est la décomposition de l'eau; mais les défenseurs de l'ancienne doctrine n'ont pas regardé comme satisfaisantes les preuves

---

(*a*) Transactions Philosophiques, année 1784, page 335.

(*b*) Transactions Philosophiques, année 1784, page 168.

qu'on en a données jusqu'ici. D'après la table de M. Lavoisier, l'eau devroit être décomposée par le charbon, au moins à la chaleur de l'ébullition, qui est plus que suffisante pour communiquer à la partie inflammable de l'eau, autant de chaleur spécifique qu'il lui en faut pour prendre l'état aériforme. Cependant, l'eau n'a pas encore été décomposée de cette manière, tandis que l'eau & le fer produisent du gaz inflammable à la température de l'atmosphère, quoique le fer, dans le système de M. Lavoisier, ait moins d'affinité avec le principe oxigène que le charbon n'en a avec ce même principe. C'est un signe évident que le gaz inflammable obtenu ne vient pas de l'eau, mais du fer.



NOTE

DE M. LAVOISIER,

Sur la décompoſition & la recompoſition de l'eau.

M. Kirwan convient avec nous dans cet article, que l'eau eſt compoſée d'air déphlogiſtiqué & de gaz inflammable, ou, ſelon notre manière de nous énoncer, d'oxigène & d'hydrogène; ainſi nous n'avons rien à lui répondre à cet égard. Mais il penſe que de cette combinaiſon, de l'oxigène & de l'hydrogène, il ne réſulte pas toujours de l'eau; que dans quelques circonſtances il en réſulte de l'air fixe ou acide carbonique; que dans d'autres il en réſulte de l'air phlogiſtiqué ou gaz azotique; enfin qu'il en réſulte quelquefois du gaz nitreux & de l'acide nitreux : toutes ces ſubſtances, ſuivant M. Kirwan, ſont compoſées des mêmes principes; de la même maniere, par exemple, que du ſoufre & du mercure donnent, ſuivant le degré de chaleur, de l'éthiops ou du cinabre. C'eſt ſur cet article que nous différons eſſentiellement de l'opinion de M. Kirwan. Nous ſoutenons qu'en employant de l'air inflammable pur,

c'eſt-à-dire, exempt de tout mêlange d'air phlogiſtiqué ou de gaz azotique & de charbon, & en le combinant, à quelque degré de chaleur que ce ſoit, avec de l'air vital ou gaz oxigène parfaitement pur, on forme conſtamment de l'eau, & que le poids de cette eau eſt rigoureuſement égal au poids des deux airs : nous irons même plus loin; nous ferons voir dans la diſcuſſion des expériences de M. Kirwan, que par-tout où il a obtenu de l'air fixe ou acide carbonique, il y avoit du charbon, & que partout où il n'y a point eu de charbon, il ne s'eſt point formé d'acide carbonique : enfin, que c'eſt gratuitement & ſans preuve qu'il ſuppoſe que le gaz inflammable ou hydrogène eſt un des élémens du charbon.

A l'égard de la décompoſition de l'eau que nie M. Kirwan, la dernière expérience qui a été faite à Paris en préſence d'une commiſſion nombreuſe de l'académie des ſciences, ne permet pas d'en douter. Une longue abſence de M. Meuſnier, l'un des coopérateurs de cette expérience, a empêché qu'elle n'ait été publiée juſqu'ici; en voici un détail abrégé.

On prit un canon de fuſil dans lequel on introduiſit de gros fil de fer qu'on avoit applati ſous

le marteau; on pesa avec une exactitude scrupuleuse le canon de fusil & le fer qu'il contenoit; on l'enduisit ensuite à l'extérieur avec un lut, dont l'objet étoit de le garantir du contact immédiat du feu. Il fut ensuite placé dans un fourneau, & on l'inclina de manière que l'eau pût y couler. On adapta à son extrémité la plus élevée un entonnoir destiné à contenir de l'eau, & qui ne la laissoit échapper que goutte à goutte au moyen d'un robinet. Cet entonnoir étoit fermé pour éviter toute évaporation de l'eau. A l'extrémité inférieure du même canon de fusil, étoit luté un récipient tubulé destiné à recevoir l'eau qui auroit échappé à la décomposition. Enfin à la tubulure, du récipient étoit adapté un tube destiné à conduire le gaz hydrogène à l'appareil pneumato chimique.

Pour plus de précautions on fit, avant de commencer l'expérience, le vuide dans tout l'appareil, afin que le gaz hydrogène ne fût pas mélangé d'air commun; enfin, lorsque tous ces préparatifs furent achevés, on fit rougir le canon de fusil, & on y introduisit l'eau goutte à goutte. Une énorme quantité de gaz inflammable ou hydrogène se dégagea pendant le cours de l'expérience. Lorsqu'elle fut finie, on dépouilla le canon de fusil de son

lut,

lut, & l'ayant pesé, il se trouva avoir acquis une augmentation de poids fort considérable : cette augmentation de poids ajoutée à celui du gaz hydrogène obtenu, donne un total très-exactement égal à celui de l'eau qui se trouva manquer. Quant aux bandes de fer qu'on avoit introduites dans le canon de fusil, & à l'intérieur du canon de fusil lui-même, elles se trouvèrent converties en une couche épaisse d'oxide de fer noir ou éthiops martial crystallisé comme la mine de fer d'Elbe. L'analyse chimique qu'on en fit, donna la preuve que le fer dans cette expérience avoit été réduit exactement dans le même état que celui qui a été brûlé dans de l'air vital ou gaz oxigène; autrement dit, c'étoit du fer combiné avec de l'oxigène.

Quelque démonstrative que fut cette expérience, on ne s'en contenta pas: on voulut reformer de l'eau avec le même gaz inflammable ou hydrogène qu'on avoit obtenu; on le fit brûler dans un appareil disposé à cet effet avec une quantité de gaz oxigène égale à celle qui avoit été retenue par le canon de fusil, & on reforma assez exactement la même quantité d'eau qui se trouva d'un peu plus de six onces. Cette double expérience, une des plus mémorables qui ait jamais été faite par l'exactitude scrupuleuse qu'on

y apporta, peut être regardée comme une *démonstration* de la possibilité de décomposer & de recomposer l'eau, & de sa résolution en deux principes, l'oxigène & l'hydrogène, si toutefois le terme de démonstration peut être employé en physique & en chimie.

A des expériences aussi décisives, M. Kirwan oppose un argument tiré de l'ordre dans lequel j'ai rangé les différentes substances dans la table que j'ai donnée des affinités du principe oxigène. Le charbon, suivant cette table, a plus d'affinité que le fer avec l'oxigène : or le fer décompose, suivant moi, l'eau à froid, donc le charbon devroit aussi la décomposer à froid, ou au moins au degré de l'ébullition. Je répondrai, comme je l'ai déjà fait, que ces anomalies des affinités dépendent absolument du degré de température. On ne peut douter que le charbon à une chaleur rouge n'enlève l'oxigène à toutes les substances métalliques, c'est un fait qui ne paroît souffrir aucune exception, & sur lequel est fondée toute la théorie de la réduction métallique; mais cette action du charbon sur l'oxigène, cette propriété qu'il a de l'enlever aux substances métalliques n'est pas aussi forte à froid qu'à une chaleur rouge, puisque nous ne connoissons aucune révivi-

cation métallique qui s'opère à froid par le charbon.

Ce qui eſt vrai à l'égard des oxides ou chaux métalliques, l'eſt également à l'égard de l'eau; le charbon qui la décompoſe facilement & inſtantanément à une chaleur rouge, n'a qu'une action lente & preſqu'inſenſible ſur elle à la température ordinaire de l'atmoſphère. Je dis une action preſque inſenſible, parce que cette action n'eſt pas abſolument nulle. M. Gengembre a obſervé que ſi on met du charbon dans de l'eau, & ſi l'on entretient cette dernière à une température de 30 degrés du thermomètre de M. de Reaumur, l'eau ſe décompoſe peu-à-peu, & il ſe forme du gaz inflammable. Au reſte, comme je l'ai déjà fait obſerver, les difficultés qui peuvent ſe rencontrer dans l'explication de quelques faits particuliers, ne peuvent, ni détruire ni ébranler des vérités ſolidement établies, & qui ſont fondées ſur des expériences déciſives. Il eſt de principe qu'une opinion ne peut être réfutée que par des preuves du même genre que celles dont on s'eſt ſervi pour la fonder. Les preuves que nous avons données de la décompoſition & de la recompoſition de l'eau étant de l'ordre démonſtratif, c'eſt par des expériences du même ordre, c'eſt-à-dire, par des expériences démonſ-

tratives qu'il faut les attaquer. Toutes les objections qu'on leur a opposées jusqu'ici, loin d'avoir le moindre caractère de démonstration, peuvent à peine équivaloir à de légères probabilités.



SECTION III.

DE L'ACIDE VITRIOLIQUE.

D'APRÈS la nouvelle théorie, cet acide abſtraction faite de l'eau qu'il contient toujours, eſt composé de ſoufre, (qu'on regarde comme une ſubſtance ſimple,) uni à une grande proportion de principe oxigène. Suivant moi, il eſt composé d'une baſe ou principe radical qui, lorſqu'il eſt ſaturé par le phlogiſtique, conſtitue le ſoufre, lorſqu'il eſt ſaturé avec l'air fixe, devient l'acide vitriolique fixe commun; enfin, lorſqu'il eſt combiné, partie avec l'un, partie avec l'autre, forme l'acide vitriolique volatil. Ainſi cet acide vitriolique volatil n'eſt autre choſe que l'acide vitriolique commun, tenant du ſoufre en diſſolution. Je dois cette manière de conſidérer l'acide vitriolique volatil à M. Bertholet, & il me paroît que c'eſt la ſeule amélioration qui ait été faite à cette théorie depuis Sthal.

Que le ſoufre durant ſa converſion en acide vitriolique s'uniſſe à un air d'une eſpèce ou d'une autre, c'eſt ce qui eſt évident par la quantité qu'il en abſorbe, quelle que ſoit la manière dont cette converſion s'opère. Ainſi 1°. J'ai fait voir

que pendant la combuſtion dans l'air reſpirable, 100 grains de ſoufre abſorboient 420 pouces cubiques d'air pur, ou environ 143 grains (*a*); mais la proportion de cet air pur qui s'unit alors avec une quantité donnée de ſoufre n'eſt pas aiſée à déterminer, parce que c'eſt de l'air vitriolique qui eſt conſtamment formé, & que cet air contient eſſentiellement quelques portions de ſoufre en diſſolution, portions dont la quantité eſt variable.

2°. Les pyrites durant leur décompoſition, abſorbent une grande quantité d'air pur, comme M. Lavoiſier l'a obſervé. Il en eſt de même du foie de ſoufre qui ſe convertit au bout de quelque temps en tartre vitriolé.

Mais que l'air pur ainſi abſorbé reſte air pur, ou qu'il ſoit converti en air fixe ou en eau, c'eſt ſur quoi tout le monde n'eſt pas d'accord. D'après les expériences ſuivantes, il me paroît plus probable qu'il eſt converti en air fixe.

1°. J'ai pris 60 grains de précipité rouge, & 12 grains de fleurs de ſoufre; les ayant bien mêlés, je les ai diſtillés à une douce chaleur dans une cornue de verre dont la capacité, y compris ſon allonge, étoit de 6,18 pouces cubiques; il paſſa

---

(*a*) Ce qui fait 346,92 pouces cubiques françois, peſant 174,46 grains poids de marc.

d'abord environ un pouce cubique $\frac{1}{2}$ d'air qui n'étoit qu'une partie de celui des vaiſſeaux, enſuite il y eut une légère inflammation dans la cornue; il ſe fit une production rapide d'air accompagné de vapeurs blanches, & une partie de la maſſe ſe ſublima au col de la cornue. La totalité de l'air obtenu avant & après l'inflammation, étoit de 6 pouces cubiques $\frac{1}{2}$; je changeai alors le récipient, & en donnant un plus grand degré de feu, j'obtins ſans aucune eſpèce d'inflammation 10 pouces cubiques d'air tranſparent & ſans couleur.

Des 16 pouces cubiques $\frac{1}{2}$ d'air ainſi produit, il y en eut 14 d'air vitriolique qui fut abſorbé par une diſſolution de baro-ſelenite marine ou *muriate barotique*; un pouce ne fut abſorbé que par l'addition de l'eau de chaux, & le reſte ſe trouva moins bon que l'air ordinaire (*a*).

De cette expérience, je conclus que l'air qui s'étoit uni au ſoufre étoit de l'air fixe; car ſi c'eût été de l'air pur, la combuſtion auroit continué tout le temps de leur union. On

(*a*) Ce ſont en meſures françoiſes 73,2 grains poids de marc d'oxide rouge de mercure & 14,64 de fleurs de ſoufre dans une cornue dont la capacité étoit de 5,1 pouces cubiques. M. Kirwan en obtint 13,629 pouces cubiques de gaz, dont 11,563 de gaz acide ſulfureux.

objecteroit inutilement que la présence du gaz acide sulfureux a empêché la combustion : car si cet air pouvoit empêcher la combustion (c'est à-dire l'expulsion de la chaleur & de la lumière de l'air pur,) il empêcheroit aussi l'union de l'air pur & du soufre comme il arrive lorsqu'on brûle du soufre, dans l'air pur. Mais puisqu'il y a union sans dégagement de chaleur & de lumière, il est évident que l'air qui est entré dans cette combinaison n'étoit pas de l'air pur ; & par le même raisonnement, il s'ensuit qu'il n'y a pas eu d'eau de formée. La première inflammation vient de l'air commun des vaisseaux ; la diminution à l'eau de chaux prouve qu'il y a quelque portion d'air fixe qui est restée sans se combiner. Dans cette expérience, le soufre est décomposé ; son phlogistique s'unit au mercure, & sa base à l'air fixe contenu dans la chaux de mercure. Quelques portions de soufre restent sans se décomposer, & contribuent à la formation de l'air acide vitriolique.

2°. J'ai déjà dit dans mon Traité sur le gaz hépatique que 6 pouces cubiques de gaz acide sulfureux, & 5 de gaz hépatique, laissoient un résidu d'air fixe qui étoit nécessairement contenu dans l'air vitriolique.

3°. Le docteur Priestley a constamment ob-

tenu un résidu d'air fixe de la distillation des vitriols de fer, de cuivre ou de mercure (*a*). M. Lavoisier a observé que l'air déphlogistiqué obtenu du vitriol de mercure, précipite l'eau de chaux (*b*). Si on brûle du soufre dans une grande quantité d'air pur, il y a toujours un résidu d'air fixe (*c*).

4°. Si l'on fait passer de l'acide vitriolique concentré en vapeurs à travers un tube de terre échauffé au rouge, on obtient de l'air fixe en quantité (*d*).

5°. Si l'on met du soufre en digestion dans l'huile de thérébentine, & si on le distille lentement pendant dix ou douze jours, il se convertira en acide vitriolique suivant M. Homberg (*e*). Il paroit que le soufre est d'abord déphlogistiqué, & alors il s'unit à l'air fixe de l'huile. Il paroît évident qu'il ne peut recevoir d'elle de l'air pur. Il est nécessaire d'avertir que si cette expérience n'est pas conduite avec prudence, elle est très-dangereuse.

(*a*) Priestley, tome III, pag. 216, 227.

(*b*) Mém. de Paris, ann. 1777, pag. 327.

(*c*) Priestley, tom. VI, pag. 267.

(*d*) Annal. Chimiq. ann. 1785, pag. 523.

(*e*) Mém. de Paris, année 1703.

Ces faits ne permettent pas raifonnablement de douter que l'air fixe ne foit produit par la combuftion du foufre, & qu'il ne devienne une partie conftitutive de l'acide vitriolique.

Indépendamment des preuves précédentes, les faits fuivans confirment encore que le foufre contient du phlogiftique.

1°. Le docteur Prieftley a converti l'acide vitriolique en foufre en l'évaporant à ficcité fous un récipient rempli d'air inflammable (*a*). Mais comme cette expérience peut être expliquée d'une autre manière, je ne fais pas grand fonds fur elle, quoiqu'elle foit très-fatisfaifante pour ceux qui n'adoptent pas la théorie anti-phlogiftique.

2°. Le même favant a fondu par le moyen d'un verre ardent du fer dans l'air acide fulfureux. Il y a eu du foufre formé fur-le-champ; une portion s'eft unie au fer & l'a rendu caffant, & l'autre s'eft fublimée. Le réfidu étoit partie air fixe, partie air inflammable (*b*). Dans ce cas l'air acide fulfureux a été converti en foufre par l'air inflammable du fer, & l'air fixe s'eft dégagé de l'air vitriolique dans l'inftant de fa converfion en foufre. Cette expérience démontre deux

---

(*a*) Tome VI, pag. 22.

(*b*) Idem, pag. 116.

points de ma théorie. Je suis persuadé que les anti-phlogisticiens répondront que l'air inflammable vient de la décomposition de l'eau contenue dans le gaz acide sulfureux, & l'air fixe de la plombagine du fer. Mais pour ne pas anticiper sur ce que j'ai à opposer contre la décomposition de l'eau, je dirai seulement qu'on ne peut pas attribuer l'air fixe produit à la décomposition de la plombagine : car le verre ardent du docteur Priestley, ne peut pas fondre plus de vingt grains de fer ; &, suivant Bergman, 100 grains de fer ne contiennent pas plus d'un 0,12 de grain de plombagine ; par conséquent vingt grains ne contiennent que 0,024 de grain dont un tiers seulement en air fixe, quantité presque imperceptible.

3°. Si la chaux de fer très-déphlogistiquée & d'après cela parfaitement insoluble dans l'acide nitreux déphlogistiqué, est mise en pâte avec du soufre & de l'eau & chauffée légèrement, elle devient soluble dans l'acide nitreux, parce qu'alors elle prend le phlogistique du soufre (*a*). On ne peut pas objecter que le soufre prenne une portion du principe oxigène du fer ; car d'après les tables de M. Lavoisier, le soufre a moins d'affinité que le fer avec ce principe.

(*a*) Stahl, 3 Observ. pag. 352.

4°. Si l'on fait passer de l'eau en vapeur dans un tube de terre échauffé qui contienne du soufre, il sera décomposé & l'on obtiendra de l'air inflammable (a). On ne peut pas dire que l'eau soit décomposée, car d'après la table de M. Lavoisier, le principe oxigène a plus d'affinité avec l'air inflammable qu'avec le soufre.

5°. Il est reconnu par les anti-phlogisticiens que les alkalis volatils contiennent du phlogistique : si l'on sublime du vitriol ammoniacal, une portion est décomposée & l'acide devient sulfureux (b).

6°. M. Westrumb a jeté environ une dragme de magnésie calcinée dans une once d'acide vitriolique noir concentré, & par conséquent phlogistiqué. Il y a eu sur-le-champ une forte chaleur & une flamme brillante: mais avec l'acide vitriolique déphlogistiqué ou l'acide nitreux concentré, il n'a pas obtenu le même effet (c). Comme l'acide vitriolique a une grande affinité avec la magnésie, & son phlogistique une forte affinité avec l'air commun, il se fait sur-le-champ dans cette expérience une double décom-

(a) Priestley, tom. VI, pag. 150.

(b) Mém. de Paris, ann. 1783, pag. 736.

(c) Annales Chimiques, ann. 1784, pag. 432 ; & Cornette, Mém. de Paris, ann. 1779, pag. 484.

poſition & une double recompoſition, & il y a de l'inflammation.

Mais comme l'acide vitriolique déphlogiſtiqué ne contient pas de phlogiſtique, il n'a pas pu ſe produire de flamme, dans la ſeconde expérience.

7°. Si l'on fait digérer du ſoufre dans l'acide nitreux, il eſt graduellement décompoſé; l'acide nitreux devient phlogiſtiqué, une grande partie eſt convertie en air nitreux, tandis que la plus grande partie du ſoufre eſt convertie en acide vitriolique (*a*). Or l'acide nitreux ne peut pas être changé en air nitreux ſans addition de phlogiſtique (*b*), comme on le verra dans le chapitre ſuivant.

L'acide vitriolique imprégné d'air nitreux a moins d'affinité avec l'eau, & peut ſubſiſter dans un état ſec.

(*a*) Chaptal, page

(*b*) Prieſtley, tom. 4, pag. 26.



NOTE

DE M. LAVOISIER,

Sur l'Acide Vitriolique.

SUIVANT M. Kirwan, le ſoufre eſt compoſé d'une baſe ou radical qui, lorſqu'il eſt ſaturé par le phlogiſtique, ou, ce qui eſt la même choſe, par le gaz inflammable, ou hydrogène, forme le ſoufre ; & lorſqu'il eſt ſaturé par l'air fixe, ou acide carbonique, forme l'acide vitriolique ou ſulfurique. Mais comme l'acide carbonique, eſt compoſé, ſuivant lui, d'oxigène & d'hydrogène & comme l'hydrogène eſt déjà préexiſtant dans le ſoufre, il s'enſuit que pour changer du ſoufre en acide vitriolique ou ſulfurique, il ne faut qu'y ajouter de l'oxigène. On voit d'abord par cet expoſé que M. Kirwan eſt abſolument d'accord avec nous quant au fait principal, qu'il eſt forcé de convenir que le ſoufre entre en entier dans la compoſition de l'acide ſulfurique, que l'oxigène y entre également, & qu'il en forme une partie conſtitutive ; enfin qu'il n'exiſte dans l'acide ſulfurique que du ſoufre & de l'oxigène. Le ſeul point qui nous diviſe, eſt que M. Kirwan refuſe de s'en tenir comme nous à la conſéquence immédiate des faits, & qu'il ſuppoſe que l'oxigène,

en s'uniſſant au ſoufre, rencontre le phlogiſtique ou l'hydrogène qui le convertit en acide carbonique, lequel ſe combine avec le ſoufre pour former l'acide ſulfurique.

M. Kirwan a donc deux choſes à établir pour appuyer ſon ſyſtême; la première, que le ſoufre contient du gaz inflammable ou gaz hydrogène, & c'eſt ce qu'il n'a pas prouvé juſqu'ici; la ſeconde, que la réunion de l'hydrogène & de l'oxigène forme de l'air fixe, ou acide carbonique; or il eſt rigoureuſement prouvé au contraire que l'acide carbonique n'eſt autre choſe que le réſultat de la diſſolution du charbon dans l'air vital ou gaz oxigène. Ainſi l'aſſertion de M. Kirwan renferme une ſuppoſition gratuite & une erreur; elle eſt donc inadmiſſible. Je dirai plus, c'eſt qu'en partant même des données de M. Kirwan, on augmente les difficultés au lieu de les applanir, & qu'on n'explique aucun des phénomènes de la combuſtion du ſoufre.

En effet, comment Sthal a-t-il été conduit à ſuppoſer qu'il exiſtoit dans les corps combuſtibles un principe inflammable? C'eſt parce qu'il a cru qu'on ne pouvoit pas expliquer autrement le dégagement de chaleur & de lumière qui a lieu au moment de la combuſtion. C'eſt à la ſéparation, à l'émiſſion du principe inflammable qui étoit empriſonné dans les corps & qui devient libre, qu'il a attribué cet effet; mais dans

l'hypothèse de M. Kirwan, il n'y a point dans la combuſtion du ſoufre de dégagement du principe inflammable; ce principe reſte au contraire engagé dans la combinaiſon pour former l'air fixe; on ne peut donc pas lui attribuer les phénomènes de la combuſtion, en ſorte que la combuſtion reſte abſolument inexpliquée dans le ſyſtême de M. Kirwan. Que gagne-t-il donc à ſa ſuppoſition? Des difficultés de plus, & aucun ſecours pour les lever.

Il objecte que ſi on prend du mercure précipité rouge, ſi on le combine avec des fleurs de ſoufre, & ſi on diſtille à une chaleur douce, le ſoufre ſe convertit en acide ſulfurique, ſans qu'il y ait à peine de combuſtion; & il en conclut qu'il exiſte de l'air fixe dans la chaux de mercure, & que c'eſt cet air fixe qui empêche la combuſtion; mais il eſt aiſé de voir que ce que M. Kirwan préſente ici comme une objection contre la doctrine anti-phlogiſtique, eſt une des plus fortes preuves qu'on puiſſe apporter en ſa faveur. C'eſt préciſément parce que l'air vital à l'état d'oxigène ſe trouve dans le mercure précipité rouge, & parce qu'il y eſt dépouillé de la plus grande partie du calorique & de la lumière néceſſaire pour le conſtituer gaz, qu'il ne peut plus en fournir quand on le combine au ſoufre, & que par conſéquent

il

il n'eſt plus ſuſceptible de brûler. Cette expérience ne préſente donc que le paſſage ſimple & tranquile de l'oxigène d'un corps dans un autre; elle prouve que ce principe, au degré de chaleur employé pour opérer la décompoſition, a plus d'affinité avec le ſoufre qu'avec le mercure. M. Kirwan ne peut rien conclure en faveur de ſa doctrine de la très-petite portion d'air fixe ou acide carbonique qu'il a obtenue dans cette expérience; elle prouve ſeulement que le précipité rouge qu'il a employé n'avoit pas été bien garanti du contact de l'air; car on ſait que cet oxide métallique, comme ceux de plomb & de fer, ont la propriété d'abſorber de l'acide carbonique quand on les laiſſe expoſées à l'air.

Les réponſes à preſque toutes les objections contenues dans ce même article, ſe préſentant d'elles-mêmes, & M. Kirwan les ayant lui-même indiquées, je m'abſtiendrai de les diſcuter; il eſt ſeulement un objet ſur lequel je me permettrai d'ajouter encore quelques réflexions.

M. Kirwan annonce que ſi on prend de la chaux de fer très-déphlogiſtiquée, (c'eſt-à-dire, très-chargée d'oxigène) & d'après cela parfaitement inſoluble dans l'acide nitreux; & ſi après l'avoir miſe en pâte avec du ſoufre & de l'eau, on chauffe légèrement, cette chaux devient ſoluble dans l'acide nitreux: « on ne peut pas objecter, »

dit-il, « que le ſoufre enlève une portion d'oxigène » au fer; car, d'après la table de M. Lavoiſier, le » ſoufre a moins d'affinité que le fer avec ce prin- » cipe ».

Il eſt facile de preſſentir, d'après ce que j'ai dit plus haut, ce que j'ai à répondre à cette objection. On ſait que le fer eſt ſuſceptible de divers degrés de calcination, ou, pour parler plus correctement, que la combinaiſon du fer avec l'oxigène eſt ſuſceptible de divers degrés de ſaturation. Le premier de ces degrés eſt l'éthiops martial ou oxide de fer noir qui contient environ 30 pour cent d'oxigène; enſuite vient la rouille ou oxide de fer jaune ou rouge qui en contiennent quarante & cinquante pour cent : mais l'affinité du fer avec l'oxigène n'eſt pas la même à ces différens degrés de ſaturation; il tient beaucoup plus à l'éthiops & beaucoup moins à la rouille. Il arrive de là que le fer qui a la propriété d'enlever à l'acide vitriolique concentré & bouillant aſſez d'oxigène pour devenir éthiops, n'a pas aſſez de force pour l'en dépouiller au-delà. Le point d'équilibre entre le ſoufre, le fer & l'oxigène eſt donc l'acide ſulfureux & l'éthiops; d'où il ſuit que ſi on combine de l'oxide jaune de fer avec du ſoufre, ce dernier doit enlever au fer une partie de ſon oxigène, & le ramener à l'état d'oxide noir ou d'éthiops martial; c'eſt-à-dire, au point d'équi-

libre. Bien entendu que ce point d'équilibre, comme je l'ai déjà obſervé bien des fois, varie ſuivant les degrés de température. Il n'y a dans cela rien qui ne cadre avec tous les faits connus, & j'ai prevenu d'avance cette difficulté lorſque j'ai expoſé les inconvéniens que préſente la forme de nos tables d'affinités.



SECTION IV.

DE L'ACIDE NITREUX.

LA découverte importante des ſubſtances qui contribuent à la production artificielle de l'acide nitreux faite par M. Cavendish, celles de M. Thouvenel ſur le moyen que la nature employe, enfin les nombreuſes & ingénieuſes expériences contenues dans le dernier volume de Prieſtley, ont au moins diſſipé en grande partie l'obſcurité qui accompagnoit ces opérations & la nature de ces modifications. Les travaux des anti-phlogiſtiens n'ont pas été non plus ſans utilité. M. Lavoiſier & M. Berthollet, en diſtinguant ſoigneuſement les parties conſtituantes, ſur-tout de l'air nitreux, ont répandu un grand jour ſur cet objet; quoiqu'en négligeant une partie eſſentielle, le phlogiſtique, ils m'aient obligé de différer de leur opinion dans quelques points. Avec ces ſecours, je ſuis en état de donner une théorie nouvelle de cet acide qui me paroît plus ſatisfaiſante que ce qu'on connoît, & en même tems de montrer la foibleſſe de la doctrine antiphlogiſtique.

M. Cavendish a démontré qu'on formoit de l'acide nitreux en faiſant paſſer l'étincelle élec-

trique dans un mêlange de 3 mesures d'air phlogistiqué & 7 d'air déphlogistiqué, & en évaluant les quantités en poids de 10 parties du premier, & d'environ 26 du second.

D'après M. Lavoisier, l'acide nitreux est composé d'air nitreux, comme base, uni au principe oxigène, & 100 grains d'acide nitreux sec sont le produit de 64 grains d'air nitreux uni à 36 grains d'air pur privé de son feu spécifique & en mesures, suivant mon calcul, de 173 pouces cubiques d'air nitreux, & de 105 d'air pur (*a*).

Mais le gaz nitreux, comme il l'a très-bien remarqué, est lui-même une substance composée : d'après ses expériences, 100 grains d'air nitreux contiennent 32 grains d'air phlogistiqué & 68 d'air pur, par conséquent 64 grains contiennent 20,5 d'air phlogistiqué & 43,5 d'air pur (*b*). Il en conclut que 100 grains d'acide nitreux sec contiennent 79 $\frac{1}{2}$ d'air pur & 20 $\frac{1}{2}$ d'air phlogistiqué.

Ces proportions d'air pur & d'air phlogistiqué diffèrent très-considérablement de celles de M.

(*a*) Ce qui feroit, tout réduit en mesures françoises, 142,7 pouces cubiques de gaz nitreux, & 86,5 de gaz oxigène.

(*b*) Mém. des Sav. Etrang. tom. 11, pag. 629.

Cavendish, mais comme M. Lavoiſier le remarque très bien, l'acide nitreux n'eſt pas toujours le même; le rouge diffère beaucoup de celui qui eſt pâle & ſans couleur. Le premier contient plus de gaz nitreux qui peut être ſéparé par la ſimple chaleur; il doit par conſéquent contenir plus d'air phlogiſtiqué que le dernier; & dans le fait l'acide nitreux que M. Cavendish a obtenu étoit rouge & dans l'état de ce que nous appellons fortement phlogiſtiqué. Il devoit conſéquemment contenir plus d'air phlogiſtiqué que celui qui eſt ſans couleur. Dans mon opinion, 100 grains d'acide nitreux ſans couleur pur & ſec, contiennent 38,17 grains d'air fixe, comme principe acidifiant, 57,06 de baſe nitreuſe, & 4,77 de phlogiſtique uni à la baſe nitreuſe.

Quant à la baſe nitreuſe, un tiers de ſon poids eſt de l'air phlogiſtiqué, & les deux tiers ſont de l'air pur ou déphlogiſtiqué, tous les deux dans l'état concret; elle a en même tems de l'affinité pour l'air fixe & pour le phlogiſtique.

La baſe nitreuſe ſaturée avec le phlogiſtique, conſtitue le gaz nitreux; 100 grains de cette baſe prennent environ 22 grains de phlogiſtique.

Je vais donner les preuves de cette théorie.

Ainſi les principes qui conſtituent l'acide nitreux ſont l'air fixe, l'air déphlogiſtiqué, l'air

phlogiſtiqué, & le gaz inflammable, tous dans l'état concret.

Les acides nitreux rouges, jaunes, verts & bleus, lorſque ces couleurs ſont intenſes, doivent cet état particulier à l'abſorption du gaz nitreux, & par conſéquent les proportions de leurs principes ſont variables, quoiqu'ils aient tous l'acide nitreux déphlogiſtiqué pour baſe. Le docteur Prieſtley ayant mis en contact avec le gaz nitreux de l'acide nitreux d'un jaune très-pâle dont la peſanteur ſpécifique n'étoit pas au deſſous de 1,400, a trouvé que 100 grains de cet acide abſorboient en deux jours 247 pouces de gaz nitreux (*a*); 100 grains de cet acide nitreux doivent contenir d'après mes calculs, environ 21 grains d'acide ſec, & ces 21 grains avoient pris 91,39 grains de gaz nitreux. Lorſqu'il y eut environ 20 pouces (*b*) de gaz nitreux d'abſorbé (c'eſt-à-dire, à-peu-près 7 grains) (*c*), l'acide ſe colora en orangé. Lorſque 50 pouces cubiques (*d*) furent abſorbés (c'eſt à-

---

(*a*) Cent vingt-deux grains françois abſorbent donc 204,022 pouces de gaz nitreux.

(*b*) 16,92 pouces françois.

(*c*) 8,54 grains françois.

(*d*) 41,30 pouces françois.

dire environ 18 grains) (*a*), il devint verd, & lorſque la totalité fut abſorbée, il s'éleva ſous la forme de vapeurs nitreuſes emportant avec lui une partie de l'eau (*b*).

Nous voyons par-là que les vapeurs nitreuſes ſont compoſées d'acide nitreux uni à 3 ou 4 fois leur poids de gaz nitreux, & à un peu d'eau. Cette vapeur eſt d'une couleur rouge. Nous voyons donc que l'acide devient phlogiſtiqué en abſorbant du gas nitreux. Les vapeurs rouges doivent être diſtinguées ſoigneuſement d'une autre vapeur inviſible & ſans couleur dont le docteur Prieſtley fait ſouvent mention, & qui n'eſt autre choſe que de l'acide nitreux lui même ſéparé de l'eau.

Il eſt rare que le gaz nitreux ſoit parfaitement pur; il eſt ſuſceptible de deux altérations; l'une lui vient des vapeurs nitreuſes, l'autre de l'air phlogiſtiqué: voici quelle eſt la cauſe de ces altérations. Lorſqu'on fait diſſoudre dans l'acide nitreux un métal, ou une ſubſtance phlogiſtique, ces ſubſtances attirent le principe acidifiant de l'acide nitreux, & ſon phlogiſtique eſt attiré par la baſe nitreuſe. Ainſi par une double affinité, l'a-

---

(*a*) 21,96 grains françois.

(*b*) Prieſtley, tom. 3, pag. 123.

cide nitreux eſt décompoſé en partie, & il ſe forme du gaz nitreux. Une portion de ce gaz nitreux s'échappe de la diſſolution, mais une partie s'unit à l'acide non décompoſé, ſur-tout ſi cet acide eſt déphlogiſtiqué; & il forme avec lui les vapeurs nitreuſes dont une portion s'unit au ſel métallique ou à la chaux, & une partie s'évapore avec le gaz nitreux auquel il ſe mêle. De l'union du gaz nitreux avec l'acide qui n'eſt pas décompoſé & la chaux métallique, proviennent les couleurs variées que l'on obſerve dans la diſſolution du mercure par l'acide nitreux concentré; de même le fer & particulièrement le zinc, l'étain, le régule d'antimoine ſont rapidement diſſous dans l'acide nitreux; comme ces ſubſtances laiſſent échapper leur phlogiſtique très-abondamment ou du moins très-promptement, non-ſeulement le principe acidifiant ou l'air fixe s'unit à ces métaux, mais la baſe nitreuſe elle-même, à raiſon de la chaleur produite & du dégagement ſubit du phlogiſtique eſt décompoſée; ſon air pur s'unit au phlogiſtique, & forme l'air fixe, tandis que l'air phlogiſtiqué s'évapore, ſe mêle avec le gaz nitreux, & en altère la pureté.

La baſe nitreuſe, débarraſſée du principe acidifiant & du phlogiſtique qui lui étoit accidentel, forme l'eſpèce d'air que Prieſtley appelle gaz nitreux déphlogiſtiqué, & que j'ai nommé gaz ni-

treux *desacidifié* : ces deux noms considérés d'après leurs rapports sont également justes; car lorsqu'il est assez pur pour entretenir la combustion d'une lumière avec une flamme agrandie, il est également séparé de la vapeur nitreuse & de la petite portion de phlogistique qui lui est ordinairement adhérente ; l'air déphlogistiqué qu'il contient est si fortement combiné à l'air phlogistiqué qu'ils ne peuvent être séparés que par une chaleur rouge, ou par une double affinité ; & delà vient qu'une lumière y brûle plus ou moins bien, quoiqu'un animal ne puisse y vivre. Une preuve certaine que l'air nitreux déphlogistiqué contient ordinairement une petite portion de phlogistique, c'est qu'il devient rouge lorsqu'on le mêle avec de l'air déphlogistiqué ; mais il ne décompose pas le gaz nitreux, parce que son air est déjà uni à l'air phlogistiqué. Il paroîtra extraordinaire que cet air (puisqu'il est une partie de l'acide nitreux) soit en même-tems formé à l'aide de l'étincelle électrique, & décomposé par une chaleur rouge ; mais il faut se rappeller que, pendant sa formation, l'air pur ne rencontre de phlogistique que celui qui étoit contenu dans l'air phlogistiqué, lequel n'est pas susceptible d'inflammation ; au lieu que lorsqu'on lui présente la flamme d'une bougie, il

trouve du phlogiſtique libre avec lequel il peut à cette chaleur s'unir promptement.

Ces modifications de l'acide nitreux expliquées d'une manière générale, (car des détails particuliers meneroient trop loin) il me reſte maintenant à prouver la préſence du phlogiſtique dans l'air phlogiſtiqué & dans l'air nitreux, ainſi que l'exiſtence de l'air fixe dans l'acide nitreux, d'où il réſultera que l'air déphlogiſtiqué & l'air nitreux ne peuvent pas être regardés comme ſes principes conſtituans. J'examinerai enſuite les expériences les plus remarquables qui ont été faites avec cet acide.

Quant à l'*air phlogiſtiqué*, il faut avouer qu'il n'y a aucune preuve directe qu'il contienne le phlogiſtique, puiſqu'on n'a pas encore pu en retirer de gaz inflammable, & qu'il ne réſulte pas généralement des procédés phlogiſticans. Mais puiſque l'acide nitreux qui eſt formé de cet air & de l'air déphlogiſtiqué ſe trouve fortement phlogiſtiqué, & que l'acide nitreux devient lui-même fortement phlogiſtiqué par cette union, il eſt évident que l'air phlogiſtiqué doit contenir du phlogiſtique, ſi le gaz nitreux en contient.

Or, les expériences ſuivantes prouvent que l'air nitreux contient le phlogiſtique.

1°. L'acide nitreux déphlogiſtique le ſoufre, & il eſt alors converti en grande partie en air

nitreux. Or, il a déjà été prouvé que le soufre contient du phlogistique. Le même acide nitreux déphlogistique aussi le phosphore, le sucre, les métaux, substances dans lesquelles je démontrerai ci-après la présence de ce principe.

2°. Si l'on fait passer l'étincelle électrique à travers du gaz nitreux, il est réduit à un tiers de son volume; le résidu n'est que de l'air phlogistiqué (*a*) & il y a une petite portion d'acide qui se dépose. Or, les anti-phlogistiens conviennent que le gaz nitreux contient de l'air pur & de l'air phlogistiqué, & puisque cet air pur disparoît, n'est-il pas évident qu'il est converti en eau? Mais si la formation de l'eau demande la présence du gaz inflammable, ne s'ensuit-il pas que le gaz nitreux le contenoit, & alors l'air phlogistiqué ne devroit il pas rester pur & seul? Quant à l'acide nitreux, il est évident qu'il provient des vapeurs nitreuses presque toujours dispersées dans le gaz nitreux.

L'expérience suivante faite par le docteur Priestley s'accorde avec ce qui précède: si l'on fait fondre quelques grains de fer dans le gaz nitreux, il augmente de poids; & le résidu n'est

---

(*a*) Priestley, tom. 6, pag. 430; Vanmarum, page 312, & Rozier, tom. 27, pag. 150.

que de l'air phlogiſtiqué (*a*). Dans cette expérience, le gaz nitreux eſt décompoſé de la même manière : le phlogiſtique du fer & celui du gaz nitreux s'uniſſent à l'air pur & forment de l'eau qui, s'uniſſant au fer, augmente ſon poids, & il ne reſte que de l'air phlogiſtiqué.

3°. Le docteur Prieſtley a fait tomber le foyer d'un verre ardent ſur du nitre de plomb renfermé ſous une cloche remplie de gaz inflammable. Le plomb s'eſt en grande partie revivifié; l'air inflammable a diſparu, & les deux tiers du récipient ſe ſont trouvés remplis de gaz nitreux. On voit donc que dans ce cas une partie du gaz inflammable a été abſorbée par le métal qui ſe revivifie, l'autre partie eſt décompoſée par l'acide nitreux dont la baſe eſt convertie en gaz nitreux.

Les anti-phlogiſtiens répliqueront probablement que l'acide a été décompoſé; que le gaz inflammable s'uniſſant à ſon principe oxigène a formé de l'eau, tandis que le gaz nitreux a été ſimplement dégagé & non formé. Cette réponſe ſuppoſe que le gaz nitreux eſt un principe conſtituant de l'acide nitreux, ce que je prouverai bientôt être faux & inconſéquent d'après leurs propres principes : car il s'enſuivroit que l'acide

---

(*a*) Prieſtley, tom. VI, pag. 304.

nitreux feroit décompofé, & qu'il y auroit du gaz nitreux de produit en faifant bouillir du charbon dans cet acide, puifque, d'après la table de M. Lavoifier, le charbon a une beaucoup plus grande affinité avec le principe oxigène que n'en a le gaz nitreux. Cependant M. Lichtenftein vient de prouver que le charbon a plus de tendance à retenir le gaz nitreux qu'à le laiffer libre (*a*).

Les expériences fuivantes prouvent que le gaz nitreux n'eft pas un des principes conftituans de l'acide nitreux; mais que c'eft l'air fixe; & c'eft la troifième propofition qui me refte à prouver.

1°. Il n'y a pas de doute que l'acide nitreux pur ne fe combine en entier & fans décompofition avec l'alkali fixe pour former le nitre. Or fi l'on diftille du nitre dans une bonne cornue de terre, ce fel eft entièrement décompofé, & l'acide lui-même l'eft auffi, excepté quelques gouttes qui paffent dans le commencement de la diftillation (*b*); on n'obtient autre chofe que de l'air déphlogiftiqué plus ou moins pur (mêlé par conféquent d'air phlogiftiqué) & une très-petite quantité d'air fixe. Ce font donc là fes véritables parties conftituantes, lorfqu'il eft dégagé des fubftances

(*a*) Annales Chimiques 1786, pag, 217.

(*b*) Mém. de Paris, ann. 1781, pag. 23.

qui ne peuvent pas lui communiquer une quantité remarquable de phlogistique telles que les terres & les alkalis; mais s'il est séparé des substances qui contiennent le phlogistique telles que les métaux, il se résout en gaz nitreux & en air déphlogistiqué plus ou moins pur, le phlogistique de l'air étant retenu par le métal. Comme ces faits sont de la plus grande importance pour faire comprendre la composition de cet acide, il faut les détailler davantage.

M. Berthollet qui paroît avoir fait cette expérience avec beaucoup d'exactitude, a obtenu de 472,5 grains, poids de troy, (*a*) de nitre, 701,22 pouces cubiques anglois d'air (*b*), c'est-à-dire, dans la proportion de 714 par once de nitre poids de troy. Cet air est bien loin d'être le plus pur possible, puisque la plus grande partie ne donnoit que 0,95 suivant la méthode du docteur Priestley, tandis que le meilleur qu'il ait obtenu est 0,03; par conséquent il contient de l'air phlogistiqué: MM. Priestley, Berthollet & Succow ont observé que la portion d'air qui passe la première contient de l'air fixe qui trouble l'eau de chaux.

(*a*) Ou 576 grains françois, ou une once.

(*b*) Ou 580 pouces françois.

M. Succow a remarqué qu'il passoit aussi de ce même air dans la dernière portion. Nous avons d'après cela les trois parties constituantes de l'acide nitreux auxquelles il faut ajouter encore une petite portion de gaz nitreux que les anti-phlogistiens supposent être une de ses parties constituantes, & faire les deux tiers du volume de cet acide lorsqu'il paroît sous la forme de gaz.

Quoi qu'il en soit, une petite quantité de vapeurs nitreuses est généralement répandue dans l'air ainsi obtenu; parce que l'acide ainsi que l'alkali dont le nitre est formé, sont quelque peu phlogistiqués; l'alkali étant retiré de la potasse ordinaire, & étant en conséquence dans un état plus ou moins savonneux, ou mêlé avec du charbon, & l'acide nitreux étant ordinairement retiré de terres calcaires mêlées avec des substances animales. Dans le commencement de la distillation, il passe une portion d'acide sans être décomposé, à l'aide de l'eau de crystallisation qu'il contient.

On peut dire, avec beaucoup de vraisemblance, que la portion d'air fixe ainsi obtenue, est trop petite pour être regardée comme une des parties constituantes de l'acide nitreux. Avant de répondre à cette objection, il est à propos de déterminer dans quelle proportion il est contenu

dans

dans cet acide ; cette proportion eſt variable, comme nous l'avons déjà vu : elle eſt moindre dans l'acide phlogiſtiqué, & plus grande dans celui qui eſt déphlogiſtiqué ; mais en général nous pouvons l'évaluer à $\frac{1}{5}$ de l'acide tel qu'il eſt dans le nitre. Lorſque ce ſel eſt expoſé à une chaleur rouge, l'union des parties conſtituantes de l'acide eſt graduellement rompue ; la portion qui eſt à la ſurface de l'alkali étant en contact avec l'eau qui eſt dans ce compoſé la partie la plus volatile, n'éprouve pas une action auſſi forte de la chaleur, & une partie paſſe ſans être décompoſée ; la portion qui reſte devenant de plus en plus concentrée décompoſe ſon propre air fixe, & par conſéquent devient de plus en plus phlogiſtiquée (*a*). Cette phlogiſtication continue juſqu'à la fin ; la portion reſtante déphlogiſtique celle qui s'échappe juſqu'à ce qu'elle ſoit forcée de ſe volatiliſer elle-même ; c'eſt ce qui fait que la dernière portion eſt toujours la plus impure, & contient même du gaz nitreux.

Il paroît par un grand nombre d'expériences

(*a*) Nous avons une preuve complette de la phlogiſtication de l'acide nitreux par la réaction ſur lui-même, dans la couleur rouge qu'il prend lorſqu'on l'échauffe dans un tube de verre ſcellé hermétiquement. Prieſtley, tom. 3, pag. 187.

que l'air fixe peut être décomposé de cette manière. Le docteur Priestley a, par exemple, obtenu de l'air déphlogistiqué de la sélenite acéteuse (acétite de chaux) (a) lui & M. Lassone ont obtenu de l'air presque aussi bon que l'air commun de la terre calcaire, après en avoir retiré la plus grande partie de l'air fixe (b).

Pour rendre cette explication plus intelligible, il faut observer que si l'on fait éprouver au nitre l'action d'une chaleur long tems continuée, à quelque époque qu'on l'examine, pourvû que ce soit avant sa décomposition totale, on ne trouvera aucune portion de l'acide phlogistiquée, si ce n'est celle qui est à la surface, & qui, au moment de son dégagement est déphlogistiquée par la portion d'acide qui en est la plus proche; cet acide alors devient phlogistiqué & est décomposé à son tour par la couche inférieure. Cet effet se continue jusqu'à ce que le tout soit décomposé. C'est ce que j'ai observé en versant de l'acide nitreux sur du nitre qui avoit été fondu; il ne s'est dégagé qu'une petite portion de gaz nitreux. C'est ce qui a fait soupçonner à M. Berthollet que M. Bergman s'étoit trompé en assurant que le nitre phlogistiqué pouvoit être dé-

(a) Tome 6, pag. 292.

(b) Tome 6, pag. 227.

composé par l'acide acéteux : cet acide ne peut en effet en décomposer qu'une petite partie, parce qu'il n'y a réellement qu'une petite portion du nitre fondu qui soit phlogistiquée. L'air déphlogistiqué du précipité rouge contient même une portion d'air fixe, comme MM. Lavoisier, Priestley & Monge l'ont observé (*a*).

2°. M. Berthollet a distillé 472,5 grains (*b*) de nitre avec moitié de son poids de limaille de fer, il a obtenu 453,37 pouces cubiques anglois (*c*) d'air à-peu-près aussi bon que l'air commun, contenant un mêlange d'air pur & d'air phlogistiqué ; mais pas un atôme de gaz nitreux, la masse alkaline restante contenoit de l'air fixe. (*d*) Il seroit absurde d'attribuer cet air fixe à la plombagine du fer, de laquelle M. Bergman (*e*) dit *ferrum ductile ferè nihil plombaginis fovet.* Mais dans ce cas, l'air fixe peut venir, ou de la décomposition de l'acide nitreux, ou de l'union du

(*a*) Priestley, tom. 2, page 217 ; Mémoires de Paris, année 1782, pag. 495 ; & 1783, pag. 85.

(*b*) Une once.

(*c*) 374,48 pouces françois.

(*d*) Mém. de Paris, ann. 1781, pag. 234.

(*e*) Tome 3, pag. 49.

phlogistique du fer avec l'air déphlogistiqué du nitre, & plus probablement de tous les deux.

Lorsqu'on a employé poids égal de limaille de fer & de nitre, il n'y a pas eu de gaz nitreux de produit, parce que alors le fer n'a pas été attaqué par l'acide nitreux non décomposé. Mais il y a eu une plus grande quantité d'air phlogistiqué, parce que le nitre, en raison de la présence du fer, a été décomposé par une chaleur plus modérée, & que l'alkali par la même raison contenoit encore plus d'air fixe que dans le premier cas.

La même expérience a réussi de la même manière à M. Achard (*a*); il a trouvé de l'air fixe, non-seulement dans le nitre alkalisé, mais aussi dans l'air qui s'en échappoit; il avoit probablement employé une chaleur plus forte, en conséquence il y avoit plus d'air fixe de produit que l'alkali n'en pouvoit absorber à cette même chaleur.

M. Berthollet a observé qu'un mêlange de 120 grains de nitre & 60 de zinc, produisoit pendant sa détonnation autant d'air fixe qu'il en falloit pour précipiter trois ou quatre pintes d'eau de chaux. Il a trouvé aussi qu'un mêlange de nitre & de cuivre produisoit de l'air fixe,

---

(*a*) Annales Chimiques, ann. 1784, p. 493.

quoiqu'il détonnât à peine, parce que le cuivre ſe ſépare difficilement de ſon phlogiſtique. M. Cavallo a reconnu qu'un mêlange de trois parties de nitre, d'une de ſoufre & d'une de cuivre, donnoit de l'air fixe & de l'air phlogiſtiqué, & que l'air fixe formoit $\frac{1}{10}$ du total (*a*). D'après cela, je penſe que l'air fixe eſt évidemment une partie conſtituante de l'acide nitreux. J'ai cependant ſouvent jetté du nitre ſur de la limaille de fer rouge, & j'ai toujours trouvé de l'alkali cauſtique. On peut expliquer ce fait en diſant, ou qu'il y a de l'eau produite à une chaleur rouge au lieu d'air fixe, ou bien que l'alkali concret ne peut pas abſorber l'air fixe à une ſi forte chaleur.

Si l'on diſtille 60 grains de nitre & trois de charbon, l'on obtient de l'air fixe & de l'air phlogiſtiqué.

Si l'on double la quantité de charbon, il y a une légère détonnation; il ſe produit de l'air fixe, & une plus grande quantité d'air phlogiſtiqué, mais on n'obtient pas de gaz nitreux (*b*). Dans cette expérience l'air fixe eſt en partie formé & en partie dégagé: la quantité d'air phlogiſtiqué eſt plus grande lorſqu'il y a plus de charbon employé.

(*a*) Voyez Cavallo, Traité ſur l'air, p. 815.

(*b*) Mém. de Paris, ann. 1781, p. 231.

parce que l'acide nitreux eſt décompoſé à une chaleur plus modérée, & que l'air phlogiſtiqué qu'il contient n'eſt pas décompoſé; car je ne le regarde pas comme un produit de l'opération; mais l'acide nitreux étant décompoſé avant ſon union avec le charbon, il ne peut pas y avoir d'air nitreux de formé.

Mais le réſultat eſt très-différent lorſqu'on diſtille du nitre avec une petite portion de ſoufre (*a*); le gaz nitreux eſt le principal produit qu'on obtient; il paſſe en outre une petite portion d'air déphlogiſtiqué qui, étant ſur-le-champ converti en acide nitreux par ſon union avec une petite portion de gaz nitreux, ne peut pas être obtenu ſéparément, & reſte ſous l'état de vapeurs dans le réſidu du gaz nitreux. L'on obtient du gaz nitreux dans cette circonſtance, parce que le ſoufre par ſon inflammation ſe change en acide vitriolique, comme je le ferai voir dans la ſuite. Cet acide alors réagit ſur le nitre, & chaſſe ſon acide ſans qu'il y ait décompoſition; mais l'acide chaſſé rencontrant du ſoufre non enflammé, eſt immédiatement décompoſé par lui & dépouillé de ſon air fixe, en même tems qu'il enlève le phlogiſtique à la baſe du ſoufre, & que de cette manière il ſe convertit en gaz nitreux. L'acide vitriolique

(*a*) Mémoires de Paris, année 1781, p. 231.

ainsi formé de l'air fixe, de l'acide nitreux & de la base du soufre, dégage une plus grande quantité d'acide nitreux qui est décomposé de la même manière jusqu'à ce que le nitre soit changé en tartre vitriolé. A la fin de l'opération une petite portion de nitre est décomposée par la chaleur seule, & il passe de l'air déphlogistiqué.

Si l'on dissout du mercure dans l'acide nitreux & si l'on distille jusqu'à siccité, les premiers produits sont du gaz nitreux, & les derniers de l'air déphlogistiqué. Le gaz nitreux est formé par l'union du phlogistique du métal avec la base nitreuse, tandis que l'air fixe s'unit à la chaux métallique; à la fin l'air fixe est décomposé, la portion déphlogistiquée devient libre pendant que son phlogistique revivifie le métal, comme je vais le faire voir plus amplement.

3° Si l'on fait passer de la vapeur d'esprit de nitre bouillant à travers un tube de terre échauffé au rouge, il se convertit en air déphlogistiqué, dans lequel on trouve à la fois un portion d'air phlogistiqué & d'air fixe comme le docteur Priestley l'a découvert; l'eau à travers laquelle cet air passe contient aussi de l'air fixe.

Dans ces différens procédés employés pour décomposer l'acide nitreux, il n'y en a qu'un seul dans lequel il se soit converti en gaz nitreux & en air déphlogistiqué: encore peut-on même for-

tement soupçonner qu'il reçoit une addition d'un autre principe. Pourquoi donc regarderoit-on le gaz nitreux & l'air déphlogistiqué comme les principes constituans de l'acide nitreux ? & puisque dans les deux moyens les plus simples de décomposition, dans ceux où l'on ne peut soupçonner la réaction d'aucune substance étrangère, on obtient à la fois de l'air déphlohistiqué, de l'air phlogistiqué & de l'air fixe, (car le premier contient toujours un mélange des deux autres) pourquoi ne regarderoit-on pas ces trois principes comme les parties constituantes de cet acide ?

Cette théorie est encore confirmée par l'observation de la manière dont opère la nature dans la formation de l'acide nitreux (*a*) M. Thouvenel a trouvé que cet acide se produisoit constamment lorqu'on exposoit de la craye à un mêlange d'air putride & d'air commun, ou d'air putride & d'air déphlogistiqué ; mais si l'on fait passer l'air putride à travers l'eau de chaux, il n'y a point de production d'acide nitreux. On a de même rarement de l'acide nitreux quand on expose ces airs à la chaux vive ou aux alkalis fixes ; cette expérience ne prouve-t-elle pas que l'air fixe est essentiel à la formation de l'acide nitreux ? Si les alkalis, quoiqu'aérés, ne

(*a*) Savans étrangers, tom. II, p. 126 & 128.

ne ſont pas auſſi propres que les terres calcaires à ſa formation, c'eſt qu'ils ne ſe combinent pas auſſi facilement qu'elles avec l'air phlogiſtiqué. A la vérité M. Cavendish a obtenu de l'acide nitreux ſans aucun mêlange apparent d'air fixe, mais l'atôme d'air fixe néceſſaire pour former la petite quantité d'acide nitreux qu'il a produit, (environ un tiers de grain) pourroit bien avoir été contenu dans l'air phlogiſtiqué qu'il a employé ou peut-être avoir été formé dans l'opération. Car il eſt impoſſible de refuſer toute croyance à ceux qui aſſurent que l'eau de chaux ſe précipite en faiſant paſſer l'étincelle électrique dans l'air commun, quoique M. Cavendish n'ait point obtenu cette précipitation, ſoit qu'il ait employé des inſtrumens d'une force différente, ou qu'il ſe ſoit ſervi d'air phlogiſtiqué obtenu par des procédés différens.

5°. Je fis diſſoudre, ou plutôt, je calcinai 371 grains de limaille de fer bien nette dans 1451 grains d'acide nitreux rouge dont la peſanteur ſpécifique étoit 1,456. Je l'étendis d'un peu d'eau, & ayant laiſſé paſſer le gaz nitreux, je diſtillai cette diſſolution à une chaleur graduée juſqu'à ce que la cornue fût parfaitement rouge, je reçus l'air ſur le mercure, & j'avois un appareil pour recevoir à part la liqueur acide. Après que l'air commun & le gaz nitreux eurent paſſé, je re-

cueillis séparément, en quatre portions, de l'air moins bon que l'air commun, & toutes contenoient de l'air fixe: le lendemain j'ajoutai de l'eau, & j'eus constamment de l'air fixe tant qu'il resta de la liqueur.

6°. Le docteur Priestley ayant distillé de la limaille de fer, qui s'étoit convertie en rouille parfaite par la longue exposition au gaz nitreux, en a obtenu une grande quantité d'air dont la majeure partie étoit de l'air fixe mêlé d'un peu d'air phlogistiqué, & à la fin de l'air pur (*a*). Dans cette expérience, l'air fixe venoit pour la plus grande partie de la décomposition du gaz nitreux, sa portion déphlogistiquée prenant le phlogistique du fer.

Examinons présentement l'explication que d'autres savans, & particulièrement les anti-phlogisticiens ont donnée de ces phénomènes.

Mon ingénieux ami M. Watt & M. Cavendish pensent que tout l'air déphlogistiqué produit dans la distillation du nitre, vient de la déphlogistication de son eau, qui est décomposée par l'acide nitreux, lequel alors devient phlogistiqué. Cette opinion présente des difficultés insurmontables. En premier lieu le nitre produit de l'air déphlogistiqué dans la proportion de 146,125

(*a*) Priestley, tom. 6, p. 319.

pouces cubiques (*a*) pour 100 grains de nitre, (*b*) en ſuppoſant que cent pouces cubiques d'air déphlogiſtiqué ne pèſent que 32 grains, (*c*) ce qui eſt la plus baſſe évaluation, & ce qu'on peut admettre à cauſe du mêlange de l'air déphlogiſtiqué, 146,125 pouces cubiques peſeroient 46,77. (*d*) Mais l'air déphlogiſtiqué n'eſt qu'une des parties conſtituantes de l'eau; car elle contient 13 pour 100 de gaz inflammable, c'eſt-à-dire 87 d'air déphlogiſtiqué. Pour former 100 grains d'eau il faut une addition de 13 grains de gaz inflammable, par conſéquent 46,77 grains d'air déphlogiſtiqué en demandent environ 7 de gaz inflammable, & alors formeroient 53,77 grains d'eau; ce qui excéderoit la moitié du produit du nitre, comme M. Watt l'a franchement avoué, & cette quantité d'eau eſt certainement inadmiſſible, car le nitre contient évidemment au moins moitié de ſon poids d'alkali, & alors rien ne reſteroit pour l'acide; d'ailleurs l'air phlogiſtiqué ne peut pas être venu de l'eau, & il fait environ $\frac{1}{8}$ du total; de ſorte qu'il faut abſolument que l'acide ait été décompoſé. On ne

(*a*) 120,699 pouces françois.

(*b*) 122, grains.

(*c*) 45,29 grains.

(*d*) 66,216 grains.

rend au ſurplus aucun compte ſatisfaiſant de ce que devient l'acide. M. Watt a obſervé que l'eau à travers laquelle on avoit fait paſſer l'air provenant de la décompoſition de 960 grains de nitre, ne contenoit que l'acide appartenant à 120 grains de ce ſel, & ce n'étoit même que d'après mes expériences qu'il faiſoit une évaluation auſſi foible de cette dernière quantité ; mais mes expériences ne ſont nullement applicables à ce cas, car je n'ai employé que de l'acide nitreux déphlogiſtiqué, & il faut une beaucoup plus petite quantité d'acide phlogiſtiqué que d'acide déphlogiſtiqué pour ſaturer une même doſe d'alkali, comme on le voit évidemment dans l'acide marin déphlogiſtiqué: c'eſt ce que Sthal a obſervé il y a longtems, lorſqu'il a dit que l'acide volatil du ſoufre ſature dix fois autant d'alkali que l'acide vitriolique fixe (a) M. Bergman & M. Scheele ont auſſi obſervé que le nitre fondu eſt toujours un ſel neutre quoiqu'il ſoit phlogiſtiqué, par conſéquent c'eſt l'air & non pas l'eau qui lui manque ; auſſi le docteur Prieſtley a-t-il remarqué qu'il vicie l'air en lui enlevant ſon air déphlogiſtiqué ; mais ſi on le laiſſe quelque tems en fuſion, il perd ſon

(a) Voyez Traité des ſels de Sthal, p. 160 de l'édition françoiſe.

acide & devient alkalin, & l'air qu'il recouvre eſt sûrement plutôt employé à recompoſer l'acide qu'à former de l'eau. Il n'y a d'ailleurs aucune preuve de la formation de l'eau à la température de l'atmoſphère. Au contraire, l'impoſſibilité de rendre compte de la perte de l'acide dans ce cas, eſt une preuve évidente de la fauſſeté de cette hypothèſe.

D'après l'analyſe de M. Lavoiſier, (*a*) 100 grains de nitre contiennent 57 grains d'alkali cauſtique ; d'après M. Bergman 49 grains ; d'après M. Wenzel 52 ; d'après M. Wiegleb 46 $\frac{1}{2}$; d'après mes expériences 63. Le terme moyen eſt 53 $\frac{1}{2}$: ce qui donne 46,5 pour l'acide & l'eau, & ce qui répond à-peu-près au poids de l'air dégagé. La différence des quantités attribuées au nitre par différens chimiſtes eſt en partie due au degré de phlogiſtication du nitre (*b*).

Je crois pour le préſent que 100 grains de nitre contiennent 34 d'acide & environ 12 d'eau, en y comprenant tant celle de l'acide que celle de criſtalliſation.

(*a*) Savans Etrangers, Vol. II, p. 627.

(*b*) Il faut d'autant moins d'acide déphlogiſtiqué qu'il ſe phlogiſtique de plus en plus en s'uniſſant à l'alkali.

Les anti-phlogisticiens n'ont encore donné aucune explication de la décomposition du nitre par la chaleur.

M. Lavoisier a bien observé les phénomènes de la détonnation du nitre avec le charbon, & les différens produits aëriformes qui en résultent, mais les explications qu'il en donne ne me paroissent pas satisfaisantes (*a*).

Il a réduit en poudre très-fine & mêlé ensemble 708,6 grains de nitre & 93,52 de charbon; il les a introduits dans un tube de cuivre, &, après avoir allumé, il a plongé le tube, l'ouverture renversée sous une jarre pleine d'eau, où il est resté jusqu'à ce que le charbon fut consumé & le nitre décomposé; il a obtenu les produits suivans:

Matières.		*Produits.*	*P. cub.*	*Poids.*
Nitre,	708,6	air fixe, . . .	708,25	329,33
Charbon,	93,52	air phlogistiqué,	195,56	59,8
	802,12	alkali caustique,		406,5

Total des produits, ... 795,63
Matières employées, ... 802,12

(*a*) Mémoires des Savans Etrangers, tome II, page 626 : ici, comme ailleurs, je substitue les mesures angloises à celles de France.

Perte, ... 6,49 (*a*).

M. Lavoiſier penſe que la totalité de l'air du nitre, à l'exception des 59,8 (*b*) pouces cubiques de l'air phlogiſtiqué, s'unit au charbon, avec lequel il forme l'air fixe. Nous trouvons cependant un déficit de 6,49 grains (*c*) dont il ne tient pas compte, parce qu'il porte trop haut le poids de l'air fixe. Je n'examinerai pas maintenant, ſi le charbon en nature uni à l'air déphlogiſtiqué forme l'air fixe, cette matière ſera amplement diſcutée dans une autre ſection.

Dans ma théorie l'on peut expliquer cette expérience de la manière ſuivante : d'abord 708,6 grains de nitre contiennent 240,9 grains d'acide réel, ſur leſquels il y en a 59,8 d'air phlogiſtiqué, (en ſuppoſant qu'il y ait un peu d'eau contenue dans cet air) les 181,1 grains reſtans ſont de l'air déphlogiſtiqué ; ou, ce qui eſt la même

---

(*a*)

Matières.		*Produits.*	*Pouc. c.*	*Poids.*
Nitre, . .	864,592	air fixe, ...	585,0145	401,782
Charbon,	114,094	air phlogiſtiqué,	161,532	72,956
	978,686	alkali cauſtique,		495,93

Total des poids, ...	970,668
Matières employées, ...	978,686
Perte, ...	8,018

(*b*) 49,394 pouces cubiques.

(*c*) 8,018 grains.

chose, les 240,9 grains sont de l'air pur mêlé avec de l'air fixe; si cet air étoit parfaitement pur, il prendroit au charbon 37 grains de phlogistique, & alors il formeroit 218,1 grains d'air fixe, auquel ajoutant l'air fixe du charbon, nous aurons 274,62 grains d'air fixe. Enfin si on ajoute encore $\frac{1}{5}$ du poids total pour l'eau, nous aurons 329,62 grains d'air fixe; en voici le détail.

Total du poids de l'air retiré du nitre,	240,9
Air phlogistiqué à déduire, ...	59,8
Air déphlogistiqué du nitre, ...	181,1
Ajoutant l'air inflammable du charbon, ...	37
Air fixe formé, ...	218,1

Le résidu du charbon étant de l'air fixe, 93,52 — 37 = 56,52.

Total de l'air fixe = 218,1 + 56,52 (= 274,62) ajoutant $\frac{1}{5}$ de son poids d'eau (= 55), on aura,

Poids total de l'air fixe, ...	329,62
Poids de l'air phlogistiqué, ...	59,8
Alkali caustique, ...	406,5
	795,92

Quoique cette expérience ne soit pas parfaitement

tement exacte, attendu que la quantité d'eau contenue dans les différens airs n'a pas encore été exactement déterminée; elle a cependant un grand mérite. M. Lavoisier en a très-judicieusement inféré que l'acide nitreux contient environ $\frac{1}{5}$ de son poids d'air phlogistiqué, même avant la découverte de M. Cavendish. Il faut que ceux qui croyent que le charbon est un composé, conviennent que cette expérience est une preuve que l'air fixe est formé d'air déphlogistiqué & d'air inflammable. Car il ne seroit pas possible que la quantité d'air fixe qu'on obtient par ce procédé, existât dans le charbon qui n'a pas le tiers du poids qu'on en retire; l'on peut aussi en conclure que l'air phlogistiqué peut être décomposé & brûlé pendant la distillation du nitre *per se*; car l'air résultant ne contient jamais $\frac{1}{5}$ d'air phlogistiqué.

M. Berthollet a également bien observé la détonnation du nitre & du soufre; il a remarqué que lorsqu'on mêloit deux parties de nitre & une de soufre, il y avoit toujours une détonnation; mais que lorsque la proportion du soufre étoit à celle du nitre comme un à quatre, le nitre étoit décomposé sans détonnation, & qu'il se dégageoit du gaz nitreux. Il a trouvé que dans cette expérience 30 grains de soufre distillé avec 120 grains de nitre, produisoient 108,8 pouces cubiques

de gaz nitreux, (a) c'est à-dire 40,27 grains (b). Le nitre est totalement décomposé.

Voilà comment, d'après mes principes, s'explique cette expérience.

Cent grains de nitre contiennent environ 46 grains d'acide, y comprise l'eau dont il est toujours accompagné & dont il ne peut être séparé. Par conséquent 120 grains de nitre en contiennent 55 d'acide; la base du nitre forme les deux tiers de l'acide nitreux; or les deux tiers de 55, font 36,6, par conséquent nous avons dans ce cas 36,6. de base nitreuse.

Mais le gaz nitreux est un composé de base nitreuse unie à 0,18 de son poids de phlogistique. Maintenant les 0,18 de 36,6. = 6,6 alors 36, 6 + 6,6 = 43, 2; 43, 2 sera la quantité de gaz nitreux: de plus il y a un tiers d'air fixe dans l'acide nitreux du nitre, par conséquent 55 grains de cet acide contiennent 18 grains d'air fixe qu'il cède au soufre en même tems qu'il lui enlève 6,6 grains de phlogistique. Mais 18 grains d'air fixe ne sont pas à beaucoup près suffisans pour convertir 23,34 grains de soufre, ou plutôt de soufre déphlogistiqué en acide vitriolique fixe, ils

---

(a) 72,12 pouces françois.

(b) 49,219 grains.

le convertissent donc en gaz vitriolique, lequel sature alors la base alkaline du nitre. Dans ce cas, comme il n'y a de phlogistique que ce qui est nécessaire pour changer les acides en gaz nitreux & vitriolique, il en résulte une production graduelle de ces airs, comme cela a été expliqué, *page* 102.

Si l'on employe une plus forte proportion de soufre, alors la base nitreuse elle-même se décompose, parce qu'elle rencontre une plus grande proportion de phlogistique & alors on ne trouve presque pas de gaz nitreux, mais seulement de l'air phlogistiqué & du gaz sulfureux; & comme une plus grande quantité d'air est subitement mise en liberté dans un appareil fermé, il s'ensuit nécessairement une petite détonnation.

Cette expérience montre que le gaz nitreux n'est pas seulement composé d'acide nitreux uni au phlogistique, comme M. Cavendish & moi-même d'abord l'avions pensé. Suivant lui 87,5 (*a*) grains de nitre contiennent assez d'acide pour former 98,53 pouces cubiques de gaz nitreux (*b*) : par conséquent 120 grains contiendroient l'acide de 134

(*a*) 106,75 grains françois.

(*b*) 81,385 pouces françois.

pouces cubiques (*a*) de gaz nitreux. Cependant quoique le nitre soit absolument décomposé dans cette expérience, il y a seulement 108,8 (*b*) pouces cubiques de gaz nitreux de produits. Il est donc évident que l'acide nitreux perd une de ses parties constituantes, lorsqu'il acquiert le phlogistique qui le convertit en gaz nitreux; & réciproquement acquiert cette même partie constituante lorsque par l'addition de l'air pur, le gaz nitreux est converti en acide nitreux, & par conséquent le phlogistique & l'air pur ne sont pas simplement convertis en eau.

Avant d'entrer dans le détail de l'explication des expériences de M. Lavoisier sur la décomposition de l'acide nitreux par le mercure, il est nécessaire d'expliquer quelques faits relatifs à la formation de l'acide nitreux, du gaz nitreux, & de l'air déphlogistiqué.

Lorsqu'on mêle soigneusement une mesure d'air déphlogistiqué très-pur avec deux mesures de bon air nitreux, ces deux airs s'unissent si parfaitement, qu'il ne reste que 0,27 d'une mesure; par conséquent, une mesure d'air déphlogistiqué absorbe 1,73 de gaz nitreux, & plus communément 1,7.

(*a*) 91,48.

(*b*) 72,02.

Cependant, le docteur Prieſtley a employé une fois des airs ſi purs, & il a pris tant de ſoin dans leur mêlange, qu'il ne reſtoit que 0,03 d'une meſure; d'où l'on peut conclure que ſi les deux airs euſſent été parfaitement purs & mêlés dans la plus juſte proportion, tout auroit été abſorbé, c'eſt-à-dire, que 200 pouces cubiques de gaz nitreux abſorbent 100 pouces cubiques d'air déphlogiſtiqué. De quelque manière que ſe faſſe cette combinaiſon, ils s'uniſſent toujours dans cette proportion: l'acide ainſi formé a abſorbé tout l'air déphlogiſtiqué dont il étoit ſuſceptible; il forme ce qu'on appelle l'acide nitreux déphlogiſtiqué.

Deux cens pouces cubiques (*a*) de gaz nitreux demandent donc, pour être complettement ſaturés, 100 pouces cubiques d'air déphlogiſtiqué; & puiſque le poids du premier eſt de 74 grains & celui du dernier de 34, le poids de l'acide nitreux réſultant eſt 108 grains. De

(*a*) 165,2 pouces cubiques de gaz nitreux demandent donc, pour être ſaturés, 82,6 pouces cubiques de gaz oxigène; & puiſque le poids du premier eſt de 87,54 grains, & celui du dernier de 41,48, le poids de l'acide nitreux réſultant eſt de 131,79 grains. De même 93,173 pouces cubiques de gaz oxigène abſorbant 9,93 de phlogiſtique, 100 doivent en abſorber 10,53.

même 112,8 pouces cubiques d'air déphlogistiqué absorbant 8,14 grains de phlogistique, 100 pouces cubiques en doivent absorber 7,216 (*a*).

Or, 100 pouces cubiques d'air déphlogistiqué = 34 grains, auxquels ajoutant 7 grains 216 de phlogistique, nous avons 41,216 grains d'air fixe dans 108 d'acide nitreux déphlogistiqué; & si 108 grains de cet acide en contiennent 41,216 d'air fixe, 100 grains du même acide en contiendront 38,16 (*b*). Mais il est rare que des quantités données de gaz nitreux & d'air déphlogistiqué, s'unissent si parfaitement; car aussi-tôt qu'une petite portion d'acide est formée par l'union des deux airs, une portion de gaz nitreux s'unit à l'acide qui vient de se former, & il reste une portion d'air déphlogistiqué qui ne se sature pas. Si donc ces

---

(*a*) Voyez page 35 ci-dessus. Voyez aussi Transactions Philosophiques, les 112,8 pouces entrant dans la composition de 100 pouces cubiques d'air fixe.

(*b*) 72,6 pouces cubiques de gaz oxigène = 41,48 grains qui, avec 8,803 = 50,283 d'air fixe dans 131,75 grains d'acide nitrique; & si 113,76 de cet acide contiennent 50,283 d'air fixe, 100 grains du même acide en contiendront 38,16.

deux airs ne viennent pas ſur-le-champ en un parfait contact, la diminution n'eſt pas ſi grande qu'elle devroit l'être en proportion de la pureté des deux airs. L'acide ainſi formé eſt plus ou moins phlogiſtiqué, ſelon la quantité de gaz nitreux non ſaturé qui n'eſt pas combiné avec lui; ce qui forme une grande ſource d'incertitude dans les expériences faites avec l'eudiomètre.

De ce que je viens de dire, on peut conclure que l'acide nitreux même déphlogiſtiqué contient un peu de phlogiſtique indépendamment de celui qui eſt contenu dans l'air fixe & l'air phlogiſtiqué qui forment ſes parties conſtituantes; car 200 pouces cubiques de gaz nitreux contiennent 13,4 grains de phlogiſtique, & 100 pouces cubiques d'air déphlogiſtiqué ne leur en enlèvent que 7,216 grains; par conſéqent, il en reſtera toujours 6,184 dans 108 grains de cet acide. De ſorte que 100 grains de cet acide retiendront 5,72 grains de phlogiſtique (*a*), encore uni à la baſe

(*a*) 165,2 pouces cubiques de gaz nitreux contiennent 16,34 grains de phlogiſtique, & 82,6 pouces cubiques de gaz oxigène en enlèvent 8,803 grains; donc, il en reſte toujours 7,544 grains dans 131,76 de cet acide : de ſorte que 100 grains en contiennent toujours 5,72.

nitreuse. Par le mot d'acide, j'entends toujours l'acide sec, c'est-à-dire, celui qui ne contient d'eau que celle qui est unie aux deux airs dont il est formé.

Me voilà parvenu à la célèbre expérience de M. Lavoisier, qui a été la base de la nouvelle théorie sur laquelle elle est encore principalement fondée.

M. Lavoisier a mis dans une cornue 945 grains d'acide nitreux, dont la gravité spécifique étoit 1,316 & 1004 grains de mercure. Il y eut 273,234 pouces cubiques d'air nitreux de produit. Ayant échauffé la cornue, & le sel mercuriel ayant été distillé à siccité, lorsqu'il devint rouge il passa de l'air déphlogistiqué, & sa production continua jusqu'à ce que presque tout le mercure fut revivifié : la quantité d'air déphlogistiqué produite se trouva de 287,742 pouces cubiques (a).

M. Lavoisier en conclut 1° que l'acide nitreux est totalement décomposé, puisqu'il y a production de deux espèces d'air qui peuvent reformer l'acide par leur réunion ; que par conséquent

---

(a) 1152 grains d'acide nitreux à 1,316 de pesanteur spécifique & 1224 de mercure ont produit 225,691 pouces cubiques de gaz nitreux & 217,694 pouces cubiques de gaz oxigène.

le poids de ces airs donne le poids réel de l'acide contenu dans 945 grains d'esprit de nitre, dont la gravité spécifique est 1,316.

2°. Que puisque le mercure avoit été revivifié sans perte ni altération, il n'y avoit pas de raison de supposer qu'il eût perdu quelque principe pendant sa dissolution dans l'acide nitreux; mais qu'il étoit réduit en chaux simplement par son union avec l'air pur, puisqu'il recouvroit sa forme métallique en proportion de ce que l'air pur en étoit dégagé.

Pour justifier cette première conclusion, il faudroit prouver trois choses; 1°. que pendant la distillation, il ne s'est combiné aucune portion d'acide nitreux avec l'eau sur laquelle se faisoit l'expérience.

2°. Que le gaz nitreux dégagé pendant la dissolution n'étoit pas produit aux dépens de quelques parties constituantes du mercure, puisque c'étoit principalement le point contesté.

3°. Que dans la réunion des deux airs, il se formoit une même quantité d'acide; ce qu'il auroit été facile de prouver en examinant s'il pouvoit dissoudre encore la même quantité de mercure : en supposant que cet effet eût lieu, le premier point auroit été suffisamment éclairci; mais loin d'avoir sur ces objets aucune preuve satisfaisante, il y a des expériences tout-à-fait

contraires. Pour ne rien dire de mes expériences ni de celles de M. Watt (*a*), M. Lavoisier lui-même a prouvé 1° qu'une partie de l'acide passoit toujours sans être décomposée pendant la distillation du nitre mercuriel (*b*). 2°. Que l'air nitreux contient une des parties constituantes du mercure, puisque l'acide nitreux ne produit jamais de gaz nitreux que lorsqu'il est distillé avec une substance qui contient les mêmes parties constituantes que celles qui sont attribuées au mercure, c'est-à-dire, le principe inflammable. Ainsi, l'acide nitreux distillé avec l'esprit de vin, les huiles & les résines que les anti-phlogisticiens reconnoissent contenir du gaz inflammable, produisent du gaz nitreux mêlé avec les autres espèces d'air dues à ces substances; mais si l'on distille ce même acide avec les alkalis ou les terres, il ne se produit pas de gaz nitreux (*c*).

3°. Que non-seulement l'acide décomposé ne peut pas être reformé en entier par la réunion des deux airs obtenus, mais qu'il y a un grand

---

(*a*) Transactions Philosophiques, 1784, p. 339.

(*b*) Mémoires de l'Académie des Sciences de Paris, ann. 1782, p. 495.

(*c*) Priestley, tom. II, p. 126.

excès de l'un d'eux ; ce dont on ne peut pas rendre raison dans l'hypothèse anti-phlogistique ; car la quantité de gaz nitreux obtenue s'est trouvée de 273,234 pouces cubiques ou 101,09 grains, & celle de l'air déphlogistiqué de 287,742 pouc. ou 97,83 grains, de sorte que la somme du poids des deux airs provenant de l'acide décomposé, étoit de 198,92 grains : maintenant, si nous mêlons ces deux airs ensemble, ils s'uniront, selon M. Lavoisier, (& c'est la plus favorable supposition) dans la proportion de 69 parties de gaz nitreux sur 40 d'air déphlogistiqué (*a*) ; alors, 69 : 40 :: 273,234 : 143,8 ; par conséquent, il y aura au plus 144 pouces cubes d'air déphlogistiqué, d'absorbé, dont le poids est 48,96 ou 49 grains : donc, la quantité d'acide reproduit sera au plus 101,09 + 49 = 150,09 grains, quoique le poids des deux airs soit de 198,92 grains (*b*).

(*a*) Mémoires de Paris, ann. 1782, p. 488.

(*b*) 225,691 pouces cubiques de gaz nitreux ou 113,329 grains & 217,674 pouces cubiques de gaz oxigène ou 119,35 gr. = 242,679 grains ; comme dans le mélange des airs, il faut 69 parties de gaz nitreux sur 40 de gaz oxigène ; on doit avoir 69 : 40 :: 225,691 : 118,776. Ainsi, il y aura au plus 119 pouces de gaz oxigène d'absorbé, pesant 59,72 gr. Ainsi, la quantité d'a-

198,92 grains.
150,09 grains.

Deficit, 48,83 grains. Ce qui eſt environ le quart du poids total.

Encore, ſi de tout l'air déphlogiſtiqué produit, (qui eſt 287,74 pouces cubiques) nous ſouſtrayons la quantité qui s'unit au gaz nitreux, nous trouverons un excès de 143,742 pouces; ce qui fera environ moitié du tout. Cette moitié, ſelon M. Lavoiſier lui-même, doit avoir exiſté dans l'acide nitreux uni à quelqu'autre principe qu'on ne retrouve plus. Je demande quel eſt ce principe, & je ne vois pas ce qu'on peut raiſonnablement répondre. L'acide nitreux a donc perdu quelque choſe dont on ne rend pas compte dans la nouvelle hypothèſe?

Il eſt vrai que M. Lavoiſier a fait deux tentatives pour répondre à cette objection. Dans les mémoires de 1776, il dit « que l'acide nitreux » étoit extrait par le moyen de la terre argi- » leuſe, & que, dans ce cas, il contient toujours » un excès d'air pur ». Mais comment un principe actuellement combiné avec l'acide nitreux

cide produit doit être 123,329 + 59,72 = 183,046 grains, quoique le poids des deux airs ſoit de 242,679: donc *deficit*, 59,630.

& qui, loin de l'affoiblir, augmente sa propriété acide, peut-il être appellé un excès? Dans les mémoires de 1782, il avance (ce qui est contre toute expérience) que l'acide nitreux est composé de parties égales en poids de gaz nitreux & d'air pur. Il s'ôte ainsi l'avantage qu'il paroissoit avoir de recomposer de l'acide nitreux avec ces deux airs; car à poids égal, il est impossible de les unir.

Pour appuyer sa seconde conclusion, il faudroit que M. Lavoisier prouvât que le mercure, pendant sa revivification, n'enlève rien de la substance à laquelle il étoit uni lorsqu'il étoit dans l'état de chaux, de laquelle substance l'air pur pouvoit avoir été une partie constituante : c'est ce qui ne peut être prouvé en établissant l'égalité de poids de la chaux d'une part, & de celui du mercure & de l'air de l'autre; car en supposant que la chaux de mercure pesât 100 grains, la chaux revivifiée 90, & l'air produit 10 grains, nous aurons alors 100 = 90 + 10. De cette manière, M. Lavoisier auroit la totalité du poids. Mais nous trouverons le même produit si nous supposons la chaux de mercure peser 89 grains, la portion d'air 11 grains, & que pendant la revivification, la chaux attire 1 grain de la portion d'air. Alors, la somme des produits sera également 90 + 10. Il est vrai qu'en général les

propositions négatives n'ont pas besoin d'être prouvées. Mais dans ce cas, il y a une forte présomption que la portion d'air a réellement perdu quelque chose lors de sa production, puisque cet air ne peut plus reformer la même quantité qu'avant l'opération. Ce n'est pas, comme il arrive dans d'autres cas, à raison de sa chaleur spécifique, puisqu'il y en a une partie qui entre dans cette combinaison ; mais c'est parce qu'il perd quelque chose qui s'unit au métal. Nous pouvons donc plutôt dire qu'il y a un défaut de gaz nitreux, qu'un excès d'air pur.

Voici, ce me semble, la manière la plus naturelle d'expliquer les résultats précédens.

Neuf cens quarante-cinq grains d'esprit de nitre, dont la pesanteur spécifique est 1,316, contiennent, d'après ma table, 219 grains d'acide réel.

Le poids de l'acide combiné avec le mercure pendant sa dissolution, doit cadrer avec celui des airs obtenus ; car quoique le phlogistique du gaz nitreux ait été enlevé au métal, & qu'il soit par conséquent étranger à l'acide, cependant, comme en dernière analyse le métal est revivifié, il faut bien qu'il ait pris de l'acide autant de phlogistique qu'il lui en a donné. Le poids total des deux airs obtenus est de 198,92 grains. Il n'y a donc qu'environ 200 grains d'acide décom-

posé, & il a dû en passer 19 grains pendant la distillation, comme M. Watt l'a observé, & j'ai trouvé que 22 grains d'acide réel dissolvoient, à l'aide de la chaleur, 100 grains de mercure. Il n'y a par conséquent, dans ce cas, que 900 grains de mercure de dissous, & 104 restent non dissous; circonstance qui a bien pu échapper (*a*).

Nous avons déjà vu que la totalité de l'air nitreux étoit de 101,09 grains, & celle de l'air déphlogistiqué de 97,83 grains; cette quantité de gaz nitreux contient 18,18 grains de phlogistique, & par conséquent 82,91 grains de base nitreuse.

Examinons à présent la proportion & la quantité des parties constituantes des 200 grains d'acide décomposé. Je dis 200 pour éviter les fractions, parce que 198,92 approchent très-près de cette quantité.

Cet acide, d'après l'expression de M. Lavoisier, contient un excès d'air pur, c'est-à-dire, qu'il est dans l'état de ce que nous avons nommé acide nitreux déphlogistiqué : nous avons déjà vu que 100 grains d'un tel acide contiennent 38 grains

(*a*) M. Schéele a pareillement observé qu'il reste toujours un peu de mercure non dissous dans la dissolution de ce métal par l'acide nitreux : pag. 222 de l'édition françoise.

d'air fixe, & 62 de base nitreuse ; par conséquent, les 200 grains décomposés doivent contenir 76 grains d'air fixe & 124 de base nitreuse ; de ces 124 de base nitreuse, 82,91 grains s'unissent immédiatement à une portion du phlogistique du métal, qui est de 18,18 grains, & forme avec lui 101,09 grains de gaz nitreux, qui est reçu dans le récipient. Le reste de la base nitreuse, qui est de 41,09 grains, reste dans la dissolution ; il est décomposé vers le milieu de l'opération. Pour entendre cette décomposition, il faut se rappeller que dans la combinaison des substances métalliques avec l'acide nitreux, elles s'y unissent au moyen de leur affinité avec le principe acidifiant qui est l'air fixe ; & qu'elles saisissent la base, sur-tout en raison de l'union de cette base avec le principe acidifiant.

Vers le milieu de cette expérience, le métal étant échauffé, perd plus de phlogistique qu'il ne peut en être absorbé par la base du nitre non décomposée. Cet excédent de phlogistique s'unit à l'air pur contenu dans la base nitreuse, il est alors converti en air fixe, & s'unit à la chaux métallique ; l'air phlogistiqué, par conséquent, devient libre.

Comme la base nitreuse est composée d'air pur & d'air phlogistiqué dans la proportion de deux à un, les 41,09 grains de base nitreuse

treuſe qui reſtoient dans la diſſolution, contenoient 27,42 grains d'air pur & 13,67 grains d'air phlogiſtiqué. L'air pur a été converti en air fixe par le phlogiſtique du métal ; l'air phlogiſtiqué s'eſt mêlé, en partie, avec l'air fixe qui eſt reſté dans le métal, & en partie avec le gaz nitreux qui s'eſt échappé ; & quand l'air fixe a été décompoſé pendant la revivification du métal, une petite partie de l'air phlogiſtiqué l'a été également. On explique de cette manière exactement tous les phénomènes.

			grains.
Nous avons, 1°, gaz nitreux,			101, 09
2°. Air pur contenu dans 76 grains d'air fixe, ...	grains. 63,	08	
Air pur contenu dans la baſe nitreuſe, . . .	27,	42	
	90,	50	
3°. Mêlange d'air phlogiſtiqué & d'air pur, provenant de la décompoſition d'une partie de la baſe nitreuſe, . . .	7,	33	
	97,	83	97, 83
Total du poids de l'air, ...			198, 92

Le mercure perd 18,18 grains de phlogiſtique, qui lui ſont enlevés par le gaz nitreux ; mais cette même quantité lui eſt rendue par la décompoſition de 76 grains d'air fixe contenu originairement dans l'acide nitreux, leſquels contiennent 12 grains 92 de phlogiſtique ; & de plus par l'abſorbtion du phlogiſtique, qui eſt contenu dans 200 grains de cet acide, laquelle quantité nous avons vu être de 11 grains 44 ; de ſorte qu'il y a un excès de 6 grains 2, qui fait compenſation pour la phlogiſtication de 19 grains d'acide non décompoſé, qui ont été phlogiſtiqués aux dépens du métal, & qui ont paſſé dans le récipient, comme nous l'avons vu.

L'on pourroit m'objecter, d'après la table que j'ai donnée du poids abſolu du phlogiſtique dans les métaux, que 100 grains de mercure contiennent 4 grains 56 de phlogiſtique, & que par conſéquent 900 en contiendroient 41 grains 04 ; qu'ainſi, il lui en ſeroit plus rendu qu'il n'en auroit donné. Je répondrai à cela qu'une portion a été employée à la converſion en air fixe de 27 grains 42 d'air pur de la baſe nitreuſe décompoſée ; qu'une autre portion s'eſt unie au compoſé d'acide & de chaux, lequel compoſé, comme Scheele l'a remarqué, prend plus de phlogiſtique que chacune des ſubſtances compoſantes en par-

ticulier, & qu'à la fin le tout eſt repris par le métal.

Il eſt bon d'obſerver que cette décompoſition de la baſe nitreuſe, qui arrive pendant la diſſolution du mercure avec chaleur, a lieu dans un degré beaucoup plus conſidérable lorſqu'elle s'opère dans les diſſolutions d'étain, de zinc, de fer, & de régule d'antimoine.

M. Watt, & quelques autres ſavans, mettent en queſtion ſi l'air déphlogiſtiqué dans ce cas, & dans tous les autres où l'acide nitreux paroît être décompoſé, provient entièrement de la déphlogiſtication de l'eau, dont le phlogiſtique, diſent-ils, eſt enlevé par l'acide nitreux ou par le métal. Mais ſûrement le mêlange d'air phlogiſtiqué qu'on obtient toujours avec l'air déphlogiſtiqué ne peut pas venir de l'eau. D'ailleurs, on ne peut pas reformer la même quantité d'acide & d'eau par l'union des deux airs, comme cela devroit être ſuivant la théorie, ſi elle étoit exacte; il reſte toujours de l'air déphlogiſtiqué, qui ne peut pas être combiné; & il eſt évident que l'acide eſt décompoſé, puiſqu'on n'en obtient que la moitié.

Indépendamment des ſubſtances métalliques qui colorent l'acide nitreux, ſa couleur dépend, comme je l'ai dit, de la proportion de gaz nitreux

qui est combinée avec lui. Si on expose à la lumière une bouteille à moitié pleine d'acide nitreux sans couleur, il deviendra d'un jaune verd, & il y aura de l'air déphlogistiqué de produit; car la lumière a la propriété d'augmenter, dans la portion déphlogistiquée de l'air fixe, la capacité de contenir le feu, & conséquemment de diminuer son union avec le phlogistique; le phlogistique s'unit alors avec une partie de la base nitreuse, & devient gaz nitreux, lequel se combine avec l'acide nitreux & le colore. Lorsque la bouteille est pleine, l'air déphlogistiqué ne peut pas être séparé, & il n'y a pas de décomposition.

Si l'on mêle du gaz nitreux avec poids égal de gaz hépatique, celui-ci attire les vapeurs nitreuses qui sont répandues dans l'air nitreux, & ces vapeurs entraînent avec elles le phlogistique du gaz nitreux. Par ces attractions, les capacités sont changées, & la quantité de feu nécessaire à sa fluidité, s'échappe; il se précipite donc du soufre des vapeurs nitreuses, & beaucoup de phlogistique; l'eau dans laquelle ce précipité est lavé, précipite le nitre d'argent en blanc; caractère que M. Cavendish a reconnu être propre à l'acide nitreux phlogistiqué. La base nitreuse reste alors presque pure & déphlogistiquée; & comme la quantité d'air déphlogistiqué qu'elle contient est double de l'air phlogistiqué, une chandelle y brûle

naturellement & même mieux que dans l'air commun, selon que l'air est plus ou moins bien désacidifié & déphlogistiqué. Cette désacidification & cette déphlogistication, qui en est une suite, ont lieu à-peu-près de la même manière, quand on expose du fer ou du foie de soufre dans du gaz nitreux.



OBSERVATIONS SUR L'ACIDE NITRIQUE,

Par M. BERTHOLLET.

LES idées que M. Kirwan préfente fur la compofition de l'acide nitrique, font toutes fondées en dernière analyfe fur la fuppofition que l'air phlogiftiqué, ou gaz azotique, contient du phlogiftique, & il prétend le prouver par l'état dans lequel fe trouve l'acide qu'on forme dans l'expérience de M. Cavendish; car cet acide qui, felon fa manière de voir, eft phlogiftiqué, doit cet état au gaz nitreux qu'il tient en diffolution; (voyez p. 91) or, le gaz nitreux contient du phlogiftique, puifque l'acide nitrique déphlogiftique le foufre, & que par-là il fe change, en partie, en gaz nitreux. Mais fi l'on vient aux preuves de l'exiftence du phlogiftique dans le foufre, on trouve que le foufre contient du phlogiftique, puifque lorfqu'on le traite avec l'acide nitrique, il fe forme du gaz nitreux, (p. 77): de forte que toute cette fuite de raifonnemens, toutes les explications qu'on a lues dans cette fection, tous les calculs des quantités du phlogiftique qui fe trouve dans les différens états de l'acide nitrique, portent principalement fur ce

cercle vicieux; le gaz nitreux contient du phlogistique, puisqu'il l'a enlevé au soufre; le soufre contient du phlogistique, puisqu'il a converti l'acide nitrique en gaz nitreux.

L'on convient des faits suivans. 1°. Lorsqu'on décompose le nitre par l'action de la chaleur, on retire de l'air vital & du gaz azotique, ou air phlogistiqué, qui ont repris l'un & l'autre l'état gazeux, en se combinant avec une quantité suffisante de calorique & de principe de la lumière. Il est clair que la petite portion qui a échappé à la décomposition, soit sous la forme d'acide nitreux, soit sous celle de vapeur nitreuse, auroit pu être décomposée de même; ainsi, on peut considérer la décomposition comme totale.

2°. M. Cavendish a reproduit de l'acide nitreux, en soumettant à l'action de l'étincelle électrique un mêlange de gaz azotique & d'air vital, & il vient de répéter cette belle expérience d'une manière authentique. L'acide nitrique donne donc par la décomposition les mêmes principes qui peuvent ensuite le reproduire.

Mais on a observé qu'il se dégageoit une très-petite quantité d'acide carbonique dans le commencement de la décomposition du nitre par la chaleur. M. Kirwan conclut de là que l'acide carbonique, ou air fixe, est une partie constituante de l'acide nitrique; cependant il me paroît incontestable que

cette petite quantité d'acide carbonique n'est qu'une production due à un principe étranger à l'acide nitrique; car si lorsque cette portion d'acide carbonique s'est dégagée, on cesse l'opération & qu'on dissolve le nitre dans l'eau, il reparoît par la cristallisation, pour la plus grande partie, dans son état naturel. Tout le nitre qui se décompose depuis cette époque, ne donne point d'acide carbonique; donc la présence de cet acide n'est qu'un accident, & l'on expliquera ci-après pourquoi il est si facile que cet accident ait lieu.

Qu'on suive les différentes décompositions de l'acide nitrique, on retrouve, dans toutes, les deux principes que nous y avons reconnus, & rien de plus. Si une substance a la propriété d'enlever une partie de l'oxigène à l'acide nitrique, elle le réduit en gaz nitreux, dans lequel on peut reconnoître, soit par l'action de quelques métaux, soit par celles des sulfures d'alkalis, les deux mêmes principes, mais en proportions différentes, parce qu'une portion de l'oxigène qui constituoit l'acide nitrique lui a été enlevée. Enfin, si l'on présente à l'acide nitrique une substance qui puisse s'emparer de tout l'oxigène, alors, on ne dégage que le gaz azotique. Il y a un gaz qui approche beaucoup du gaz nitreux, & que M. Priestley a appellé gaz nitreux déphlogistiqué: sa constitution n'est pas encore bien établie: l'on

ignore les proportions de ſes principes, & l'on ne connoît pas, d'une manière aſſez préciſe, ſes relations avec le gaz nitreux & avec l'acide nitrique; de ſorte que l'on ne peut en tirer aucune induction favorable ou contraire à l'exiſtence du phlogiſtique. Si nous voulions nous contenter d'explications vagues, il ſeroit facile d'en oppoſer une à celle de M. Kirwan.

Les faits que M. Kirwan oppoſe ici, s'expliquent clairement ſans ajouter aucune ſuppoſition aux réſultats immédiats de l'expérience; nous allons parcourir les principaux.

J'ai obtenu de l'acide carbonique, principalement en traitant l'acier & le zinc avec le nitre; j'ignorois alors que ces deux métaux contenoient du charbon; mais c'eſt une choſe ſi bien prouvée à préſent, qu'il ne doit plus reſter de doute ſur l'origine de cet acide, & que même on ne doit point être ſurpris d'en retirer une quantité aſſez conſidérable.

1°. Parce qu'un poids donné de carbure de fer ou plombagine doit former, avec l'oxigène, plus de trois fois ſon poids d'acide carbonique; au lieu que M. Kirwan ſuppoſe, avec Schéele, qu'il ne doit s'en dégager que le tiers de ſon poids, de ſorte que la différence eſt à-peu-près comme 10 à 1. 2°. Parce que la quantité de carbure de fer qu'on retire des diſſolutions de ce métal, eſt

toujours inférieure à celle qui y existoit réellement, ainsi qu'on l'a fait voir dans le mémoire sur les différens états du fer; 3° parce qu'il ne faut qu'une très petite quantité d'acide carbonique pour troubler l'eau de chaux, comme le prouvent les expériences que M. Kirwan rapporte lui-même dans un autre endroit. Ce savant chimiste dit, dans ses remarques sur les expériences de M. Cavendish relativement à l'air, que si on dissout un pouce cubique d'acide carbonique dans trois onces d'eau, il ne faut que quelques gouttes de cette eau pour troubler l'eau de chaux, & il conclut de plusieurs observations qu'un millième de pouce cubique d'acide carbonique peut être rendu sensible; or, comme une partie de charbon produit près de quatre parties d'acide carbonique par sa combinaison avec l'oxigène, il en résulte qu'il ne faut de charbon qu'à-peu près le poids d'un quatre millième de pouce cubique d'acide carbonique pour former une quantité de cet acide sensible à l'eau de chaux.

Ces considérations expliquent comment il est si difficile de traiter au feu une substance qui contient de l'oxigène, sans retirer un peu d'acide carbonique; car si elle a été exposée librement à l'air, il suffit qu'il s'y soit attaché une molécule qui contienne un six millième de grain de charbon, puisque le poids d'un pouce cubique

d'acide carbonique peut être évalué à deux tiers de grain. D'ailleurs, l'acide carbonique qui est tenu en dissolution par l'air atmosphérique, peut être fixé par beaucoup de substances; ainsi, lorsqu'on distille l'oxide de mercure rouge, on en retire toujours plus ou moins d'acide carbonique, à moins qu'on ne prenne les précautions qu'a employées M. Monge, lorsqu'il a voulu se procurer la grande quantité d'air vital dont il avoit besoin pour ses expériences sur la composition de l'eau; il a fait dissoudre le mercure par l'acide nitrique dans des cornues dont il a ensuite chassé l'acide & le gaz nitreux, & dont il a retiré l'air vital en continuant l'opération : tout cet air vital ne lui a pas donné le plus petit indice d'acide carbonique. On voit donc que l'acide carbonique qu'on retire dans la distillation de l'oxide mercuriel, a une origine étrangère à l'acide nitrique & au mercure, & que ce n'est point par les petites quantités d'acide carbonique qu'on doit obtenir de la plupart des opérations chimiques, qu'on peut infirmer les preuves directes & rigoureuses que M. Lavoisier a données de sa composition.

Dans le tems que j'ai fait mes expériences sur la décomposition du nitre, je ne connoissois pas la différence que pouvoient apporter dans les résultats l'acier ou le fer, & je dis posititivement (mémoires de 1781) que c'est de l'acier dont je

me suis servi; M. Kirwan suppose, au contraire, que j'ai employé du fer ductile; enfin, depuis ce tems-là ayant appris que Schéele avoit fait détonner l'antimoine & le nitre sans en retirer d'acide carbonique, j'ai traité cette substance métallique avec le nitre, en différentes proportions, & avec les précautions nécessaires, j'ai eu le même résultat que Schéele, quoique la détonnation ait été très-vive. La production de l'acide carbonique n'est donc point un effet qui dépende nécessairement de la détonnation des substances métalliques, lorsqu'elle est accompagnée de beaucoup de chaleur; & ce n'est point le degré de chaleur qui décide la formation de l'eau ou celle de l'acide carbonique, ainsi que beaucoup d'autres faits le prouvent.

La diminution du gaz nitreux par l'étincelle électrique que M. Kirwan attribue à une formation d'eau, est due à la combinaison du mercure avec l'oxigène qui étoit dans ce gaz, ainsi que je l'ai remarqué dans les mémoires de l'académie 1785. Pour expliquer les observations de MM. Priestley & Vanmarum, M. Kirwan est obligé de supposer que le gaz nitreux contenoit de la vapeur nitreuse, comme il en contient, dit-il, presque toujours; mais le gaz nitreux, qui est sans couleur & qu'on a reçu à travers l'eau, ne contient pas de vapeurs nitreuses.

Lorſque M. Lichtenſtein a diſtillé un mélange d'acide nitrique & de charbon, il n'a point examiné les vapeurs qui ſe dégageoient, ainſi qu'il eſt facile de le voir par la deſcription de ſes expériences & par les conſéquences qu'il en tire; mais M. Lavoiſier & M. Haſſenfratz ont conſtaté l'un & l'autre qu'il ſe dégageoit beaucoup de gaz nitreux mêlé d'acide carbonique.

M. Kirwan ſe fonde ſur deux expériences pour prouver la décompoſition de l'acide carbonique. La première eſt tirée de M. Prieſtley, qui dit avoir obtenu de l'air vital en diſtillant l'acide acétique ou vinaigre radical avec la chaux : M. Kirwan appelle ſimplement cette combinaiſon ſélénite acéteuſe, ſans diſtinguer l'acide acéteux de celui qu'on a appellé juſqu'à préſent vinaigre radical, & dont s'eſt ſervi M. Prieſtley, (expériences & obſervations, &c. tome IV, page 309). C'eſt cependant cette diſtinction qui donne la ſolution de ce fait, qui a été auſſi obſervé par M. de Fourcroy. Le vinaigre radical, ou acide acétique, diffère de l'acide acéteux en ce qu'il a reçu dans ſa combinaiſon une plus grande quantité d'oxigène; c'eſt cette partie d'oxigène qui ſe dégage par le moyen de la chaux.

La deuxième expérience dont M. Kirwan fait uſage eſt encore tirée de M. Prieſtley, qui dit

(expériences & obſervations ſur différentes branches de la phyſique, tome IV, page 242) qu'ayant ſoumis à la diſtillation une pierre calcaire, il a paſſé, ſur la fin du procédé, de l'air qui étoit à-peu-près de la pureté de l'air atmoſphérique; mais je demanderai à M. Kirwan pourquoi il voudra plutôt tirer parti de cette expérience que de celle qui la ſuit immédiatement, & dans laquelle l'auteur dit que le réſidu d'une pareille diſtillation étoit de l'air phlogiſtiqué, & que la dernière portion contenoit autant d'air phlogiſtiqué que d'air fixe? M. Kirwan ne pourroit-il pas également prouver que la manganèſe contient du phlogiſtique, parce que dans la même ſuite d'expériences, M. Prieſtley a retiré d'un échantillon de manganèſe 1200 meſures d'air, dont les deux tiers étoient inflammables, & brûlant avec une flamme bleue, (page 246)? Ce n'eſt point par quelques expériences iſolées, & qui ont été faites ſans aucun but décidé, qu'on peut combattre des vérités établies par une ſerie de faits qui s'expliquent mutuellement. Le célèbre Prieſtley nous a ſouvent lui-même donné l'exemple de rectifier les réſultats de quelques-unes de ſes nombreuſes expériences.

Ce n'eſt pas qu'on veuille nier que l'acide carbonique ſe décompoſe jamais, mais on ne connoît encore aucun fait chimique où l'on

puisse même conjecturer que cette décomposition ait lieu.

Je ne suis pas d'accord avec M. Kirwan quand il dit que lorsqu'on expose à la lumière un flacon qui contient de l'acide nitrique, il ne s'en dégage point d'air vital, s'il est parfaitement plein. Il faut seulement que l'air vital qui tend à se dégager, trouve une issue libre, ou qu'il n'éprouve qu'une résistance qu'il puisse vaincre. Il est cependant bon de remarquer que si le flacon est très-petit, il ne s'en dégage pas de l'air vital.

Avant qu'on eut des notions précises sur les principes qui constituent l'acide nitrique, M. Lavoisier l'avoit regardé comme composé de gaz nitreux & d'oxigène; il avoit expliqué par-là les effets qu'il exerce sur les métaux, & l'acidité qu'il communique au soufre, au phosphore & à quelques autres substances: c'étoit un grand pas, & l'on ne pouvoit approcher plus près du but. Mais dans les calculs qu'il a faits pour déterminer les quantités respectives de ces deux principes, en les séparant par le moyen du mercure, & en les recombinant ensuite pour former de nouveau de l'acide nitrique, il se glissoit une erreur qu'il ne lui étoit pas possible d'expliquer, parce qu'une partie de l'acide nitrique étoit réduite en ses derniers principes; c'est-à-dire, en gaz azotique

& en air vital, de manière que dans la recomposition, il se trouvoit un excès plus ou moins grand d'air vital. Mais aujourd'hui, on en voit si clairement la cause, qu'il paroît inutile de s'y arrêter.



SECTION

SECTION V.

DE L'ACIDE MARIN.

L'ACIDE marin ordinaire me paroît être composé de phlogistique & d'air fixe, unis avec une base particulière qui semble avoir avec tous deux une forte affinité.

Si l'on prive de son phlogistique la base marine, son affinité avec l'air fixe devient beaucoup plus grande; elle s'unit, avec lui, dans une si grande proportion que les affinités de l'acide résultant, pour les corps qui ne contiennent que peu ou point de phlogistique, sont, à condensation égale, presqu'aussi foibles que celle de l'air fixe même; mais son affinité est beaucoup plus forte pour les corps qui contiennent beaucoup de phlogistique, parce que sa base attire le phlogistique, tandis que ces corps attirent son excès d'air fixe. L'acide résultant de l'union de la base déphlogistiquée avec excès d'air fixe, est appelé acide marin déphlogistiqué.

Avant les découvertes de M. Berthollet, les propriétés de cet acide me paroissoient fournir de fortes preuves de la fausseté de la théorie anti-phlogistique. Les expériences de cet excellent chimiste ont jetté sur cet objet un jour tout-à-fait

différent, au point que je dois avouer qu'elles ſeules me paroiſſent donner quelques fondemens ſolides à cette hypothèſe.

Selon les anti-phlogiſticiens, l'acide marin conſiſte dans une baſe particulière, unie à une petite portion d'air pur ou de principe oxigène, & l'acide marin déphlogiſtiqué ne diffère de l'acide marin ordinaire que parce qu'il contient un excès de ce principe.

Si l'on diſtille de l'acide marin ſur de la chaux noire de manganèſe ou du minium, cet acide devient déphlogiſtiqué, comme l'immortel Schéele l'a le premier découvert; mais alors, il s'unit à une portion conſidérable de l'air contenu dans ces chaux, comme il réſulte des expériences de MM. Berthollet & Pelletier (*a*). D'après la table de M. Lavoiſier, la baſe de l'acide marin a une plus forte affinité avec l'oxigène que les chaux de tous les métaux ou la baſe de tous les acides; alors, pourquoi ne devient-il pas déphlogiſtiqué lorſqu'on le diſtille ſur les chaux de fer ou ſur l'acide vitriolique? Et pourquoi cet acide n'eſt-il pas converti en ſoufre? N'eſt-ce pas parce que ces ſubſtances ne peuvent pas le déphlogiſtiquer?

L'acide marin déphlogiſtiqué s'unit à l'eau avec

(*a*) Journ. de Phyſiq. tom. XXVI, p. 322 & 389.

presque autant de difficulté que l'air fixe, parce qu'étant supersaturé de cet air, il a beaucoup de ses propriétés.

Cet acide ne chasse pas l'air fixe des alkalis ou des terres aérées, jusqu'à ce qu'il soit échauffé; alors, l'air déphlogistiqué s'en sépare, & l'acide devient, à tous égards, de l'acide marin ordinaire : car cet acide contenant un excès d'air fixe, il agit presque comme un acide de la même nature. Mais lorsqu'on lui applique la chaleur, sa base déphlogistique son propre air, lequel devient alors air déphlogistiqué, en même-tems que l'acide devient acide marin commun, & agit comme tel. La chaleur seule ne déphlogistiqueroit pas cet acide à cause de sa volatilité, son affinité avec les alkalis le retient, & aide à sa décomposition; mais l'acide marin déphlogistiqué, (acide muriatique oxigéné) s'unit avec effervescence avec l'alkali volatil ou caustique, parce que ces alkalis sont composés de gaz inflammable & d'air phlogistiqué. La base marine (muriatique) s'unit à l'air inflammable, & l'air phlogistiqué devient libre.

Cet acide détruit les couleurs végétales, en privant la matière colorante de son phlogistique, & en la saturant d'air fixe; c'est pour cela que la couleur n'est pas rétablie par l'addition des

alkalis : ces ſubſtances ne peuvent pas rendre le phlogiſtique.

Toutes les ſubſtances métalliques ſont ſolubles dans l'acide marin déphlogiſtiqué, ſans production de gaz inflammable, parce que leur phlogiſtique eſt abſorbé par la baſe marine, & par le compoſé d'acide & de chaux métallique.

Si l'on verſe goutte à goutte une diſſolution de nitre mercuriel dans de l'acide marin ordinaire, il ſe forme un précipité blanc, qui eſt phlogiſtiqué, puiſqu'il donne des vapeurs rouges, lorſqu'on le rediſſout dans l'acide nitreux.

Mais ſi la diſſolution de nitre mercuriel eſt verſée goutte à goutte dans l'acide marin déphlogiſtiqué, il ſe forme du ſublimé corroſif, qui ne donne pas de vapeurs rouges, lorſqu'on verſe deſſus de l'acide nitreux. La raiſon eſt que, dans le premier cas, il y a trop peu d'acide nitreux pour déphlogiſtiquer l'acide marin qui le chaſſe; mais que, dans le ſecond cas, il eſt déjà déphlogiſtiqué : c'eſt le moyen d'épreuve que M. Berthollet emploie pour reconnoître l'acide marin déphlogiſtiqué.

Les expériences qui portent principalement les anti-phlogiſticiens à maintenir la préſence de l'air pur dans l'acide marin déphlogiſtiqué, ſont les ſuivantes :

1°. Parce qu'on obtient cet acide en distillant de l'acide marin sur de la manganèse, & qu'elle donne, distillée seule, de l'air déphlogistiqué, tandis qu'elle n'en donne plus, lorsqu'on a distillé l'acide sur elle.

Cette expérience ne prouve autre chose, sinon que la manganèse contient de l'air qui devient déphlogistiqué pendant sa calcination; mais il paroît, d'après les considérations suivantes, que cet air est de l'air fixe. Les premiers produits de la chaux noire de manganèse, sont toujours de l'air fixe; l'air déphlogistiqué ne vient qu'après; d'où il est naturel de conclure que l'air déphlogistiqué vient de la déphlogistication de l'air fixe. Si l'on distille de la manganèse avec de la limaille de fer dans un canon de fusil, elle ne donnera presque que de l'air fixe (*a*); ou si elle donne quelquefois de l'air déphlogistiqué mêlé ou non d'un peu d'air fixe, cette circonstance est due à la parfaite déphlogistication de la chaux, & à ce qu'elle contient un peu d'humidité. Le docteur Priestley a obtenu une très-grande quantité d'air fixe, & à peine aucune autre espèce d'air, en faisant passer un courant d'eau bouillante sur de la manganèse,

---

(*a*) Priestley, tom. IV, p. 239. Hermstad, Physical Chim. Versuche, tom. I, p. 277.

à travers un tube de terre échauffé (*a*). En répétant cette expérience avec de la manganèse bien dépouillée de terre calcaire, j'ai obtenu beaucoup d'air déphlogistiqué; mais je crois que ces différences tiennent au degré de chaleur auquel on expose le tube; ayant distillé, avec de l'acide marin ordinaire, de la manganèse qui donnoit seule de l'air fixe, j'ai obtenu de l'acide marin déphlogistiqué, & pas un atôme d'air fixe; ce qui prouve que le dernier s'est combiné avec la base déphlogistiquée, pour former l'acide déphlogistiqué. M. Hermstad, chimiste allemand de la plus haute réputation, a dissous de la chaux noire de manganèse dans l'acide marin ordinaire, & l'a précipitée avec de l'alkali fixe aéré : il a obtenu, comme on devoit s'y attendre, un précipité blanc, qui, lorsqu'il étoit échauffé, laissoit échapper une grande partie de l'air fixe, qu'il avoit enlevé à l'alkali. Mais lorsqu'il l'eut chauffé jusqu'à lui faire prendre une couleur d'un rouge brun, & que par conséquent il l'eut déphlogistiqué, ce précipité a converti l'acide marin commun en acide déphlogistiqué; ce qui ne pouvoit provenir que de quelques portions d'air fixe qui n'avoient pas été dégagées. Cependant, si l'on distille du sel ammo-

---

(*b*) Priestley, tom. VI, p. 354. Hermstad, tome I, pag. 173.

niac avec de la chaux noire de manganèse, l'alkali sera caustique, l'air fixe ayant plus d'affinité avec la base marine déphlogistiquée qu'avec l'alkali volatil.

Si l'on mêle parties égales de gaz inflammable & d'air marin déphlogistiqué, il se forme sur-le-champ un nuage blanc; la moitié du volume des deux airs est promptement absorbée; il reste de l'acide marin ordinaire. On assure que le résidu détonne comme un mêlange d'air inflammable & d'air déphlogistiqué (*a*), & cette expérience m'a paru être d'une grande importance. Je l'ai répétée; & ayant mêlé sur l'eau six pouces cubiques de gaz inflammable avec six de gaz marin déphlogistiqué, il s'est formé à l'instant un nuage blanc, épais, & il s'est fait une diminution d'un pouce cubique; mais au bout d'une demi-heure, il y a eu une absorbtion de 7 pouces cubiques: j'introduisis, dans le résidu, un petit morceau de phosphore, par le moyen d'un fil-de-fer, & j'essayai en vain de l'enflammer, en approchant à l'extérieur un fer rougi au feu. Le phosphore brilla, & même fuma, & se sublima sans aucune espèce de détonnation: ce qui prouve que ce résidu n'étoit pas un mélange d'air in-

(*a*) Journal de Physique, tom. XXVI, p. 453.

flammable & d'air déphlogiſtiqué; la détonnation qu'a obſervé M. Pelletier venoit plutôt de l'union du gaz inflammable & du gaz marin déphlogiſtiqué.

Pour plus grande certitude, je mêlai de nouveau parties égales des deux airs; & lorſque plus de la moitié eut diſparu, j'allumai le réſidu dans une bouteille à col étroit; j'obtins quatre exploſions ſucceſſives; ce qui prouve que c'étoit de l'air inflammable pur, qui n'étoit point mélangé d'air déphlogiſtiqué. Cette expérience ne permet pas de douter que l'air inflammable ne s'uniſſe à l'acide marin déphlogiſtiqué, & ne le change en acide marin ordinaire.

Pour ſavoir ſi le gaz acide marin déphlogiſtiqué contenoit de l'air fixe, j'ai eſſayé pluſieurs fois de mêler ſur l'eau de chaux 6 pouces cubiques de gaz inflammable, avec une égale quantité de gaz marin; environ dix minutes après la plus grande abſorbtion, il parut un nuage blanc à la ſurface de l'eau de chaux; & par l'agitation, elle ſe troubla entièrement. Comme il étoit poſſible que la manganèſe dont je m'étois ſervi fût mêlée de terre calcaire, j'en pris une autre portion, avec laquelle je retirai du gaz acide marin déphlogiſtiqué, que je reçus ſur l'eau de chaux. Il fut totalement abſorbé, ſans donner le moindre nuage, quoiqu'il y eut aſſez de chaux; car

en ajoutant de l'eau imprégnée d'air fixe, il y eut sur-le-champ un précipité.

Cette expérience renverse absolument la doctrine anti-phlogistique, & me confirme dans mon opinion. Elle n'auroit pas été dérangée, lors même que la manganèse auroit contenu de la terre calcaire, puisque j'ai obtenu de l'acide marin déphlogistiqué avec de la craie, & M. Gallish en a obtenu de la magnésie; car l'air fixe s'unit à l'acide, aussi-tôt qu'il perd son phlogistique.

Si l'on mêle du gaz nitreux avec du gaz acide marin déphlogistiqué sur l'eau, ils deviennent tous deux visibles sur-le-champ, & sont absorbés (*a*). Il y a, dans cette expérience, double décomposition; l'acide marin ordinaire & l'acide nitreux sont régénérés. Le gaz acide marin déphlogistique l'air nitreux, & donne en même-tems son principe acidifiant à la base nitreuse.

Si l'on expose du soufre à l'action de l'acide marin déphlogistiqué concentré, le soufre est décomposé, & l'acide marin déphlogistiqué devient de l'acide marin ordinaire (*b*); ce qui

---

(*a*) Journal de Physique, tom. XXVI, p. 393. — Mémoire de M. Pelletier.

(*b*) Nouvelle Encyclopédie, p. 252. Additions Chim. de M. Crell, tom. I, troisième cayer.

prouve que le ſoufre contient le même principe que le gaz inflammable, qui, comme nous l'avons vu, ramène l'acide marin déphlogiſtiqué à ſon état ordinaire ; le phoſphore peut auſſi être décompoſé à l'aide de la chaleur.

Si l'on expoſe de l'acide marin déphlogiſtiqué à la lumière du ſoleil, il y aura dégagement d'air déphlogiſtiqué, & l'acide deviendra acide marin ordinaire (*a*) : l'air fixe eſt alors décompoſé comme nous l'avons vu, page 132.

M. Berthollet & M. de Morveau ont eſſayé en vain de combiner directement de l'air déphlogiſtiqué avec de l'acide marin ordinaire (*b*).

(*a*) Journal de Phyſique, tom. XXIX, p. 82.

(*b*) Nouvelle Encyclopédie, vol. I, p. 254.



OBSERVATIONS

SUR L'ACIDE MURIATIQUE,

Par M. BERTHOLLET.

DANS la ſuppoſition de M. Kirwan, l'acide muriatique eſt compoſé d'une baſe particulière, unie avec le phlogiſtique & avec une certaine portion d'air fixe, lequel eſt compoſé lui-même de phlogiſtique & d'oxigène : lorſque la manganèſe déphlogiſtique l'acide muriatique, elle prend de ſon phlogiſtique, & lui donne de l'air fixe. L'acide muriatique eſt donc compoſé d'une baſe, de phlogiſtique & d'oxigène; & lorſqu'il eſt déphlogiſtiqué, il eſt encore compoſé d'une baſe, de phlogiſtique & d'oxigène dans d'autres proportions.

Mais lorſque l'acide muriatique a été oxigèné, l'action de la lumière le rétablit dans ſon premier état, en dégageant l'air vital qui y étoit fixé. M. Kirwan convient que la lumière ne fait que rendre l'élaſticité à l'oxigène : donc, l'acide muriatique avoit conſervé tout le phlogiſtique qui lui appartenoit, & la manganèſe ne lui en avoit point ôté. Si l'on vouloit dire

que la lumière lui a rendu du phlogiſtique, il faudroit ſuppoſer qu'elle lui a rendu du gaz hydrogène; ce qui ne peut ſe ſoutenir.

Lorſque M. Kirwan avoue que l'action de la lumière rétablit l'acide muriatique oxigèné dans ſon premier état, en rendant l'état élaſtique à ſon oxigène, ne faut-il pas qu'il convienne que cet oxigène eſt la ſeule différence réelle qui exiſte entre l'acide muriatique oxigèné & l'acide muriatique? Le phlogiſtique qu'il ſuppoſe n'eſt-il donc pas un être inutile, & qui n'a aucune influence ſur tous les phénomènes que nous avons cherché à expliquer l'un & l'autre, relativement aux propriétés de l'acide muriatique oxigèné? S'il ſe trouve de l'hydrogène dans l'acide muriatique, rien n'en dévoile l'exiſtence; il faut la deviner.

M. Kirwan reconnoît que le gaz hydrogène ne devient point détonnant lorſqu'on le mêle avec le gaz muriatique oxigèné; mais il prétend qu'il ſe forme de l'acide carbonique, & par conſéquent que l'acide muriatique oxigèné reprend ſon premier état. J'ai fait paſſer pluſieurs fois ſucceſſivement du gaz acide muriatique oxigèné dans du gaz hydrogène, &, à chaque fois, j'agitois le mélange ſur l'eau. L'acide muriatique oxigèné s'eſt abſorbé ſans éprouver aucun changement; il n'a point été ramené à l'état d'acide muriatique ordinaire, comme le prétend M. Kir-

wan : le gaz hydrogène n'a également éprouvé aucune altération ni diminution. (Mémoires de l'académie, 1785).

L'acide carbonique qui ſe dégage de la manganèſe ſert, ſelon M. Kirwan, à former l'acide muriatique oxigèné : c'eſt ſur-tout des parties calcaires qui ſe trouvent preſque toujours mêlées avec l'oxide de manganèſe, que vient l'acide carbonique. Mais bien loin qu'il contribue à la production de l'acide muriatique oxigèné, la manganèſe dont on l'a chaſſé, par le moyen de l'acide ſulfurique, eſt beaucoup plus propre à ſervir à la préparation de l'acide muriatique oxigèné, ſur-tout lorſqu'on veut faire l'opération en grand, parce qu'on évite par-là l'efferveſcence qui ſe fait dans le commencement, & qui n'eſt due qu'au dégagement de l'acide carbonique.

Lorſque M. Lavoiſier a attribué à la baſe de l'acide muriatique une plus forte affinité avec l'oxigène qu'aux métaux, il n'a prétendu parler que de cette partie d'oxigène, qu'il ſuppoſe, ſur de fortes analogies, exiſter dans l'acide muriatique ordinaire, & qu'on ne peut dégager par aucun moyen connu : M. Kirwan la confond, dans les objections qu'il lui oppoſe, avec l'oxigène, qui, en ſe combinant en excès avec l'acide muriatique, le change en acide muriatique oxigèné, & qui l'abandonne avec beaucoup de facilité.

L'obſervation de M. Hermſtadt n'a rien de contraire à notre doctrine. Quant à l'acide muriatique oxigéné, qui, dans une expérience, a été produit par le moyen de la craie, il eſt naturel de l'attribuer à quelque ſubſtance étrangère, & probablement à l'acide nitrique, qui a pu ſe trouver dans la craie ou dans l'acide muriatique dont on s'eſt ſervi.



SECTION VI.

De l'Eau régale.

Si l'on mêle un volume égal d'acide marin ordinaire & d'acide nitreux fort, mais ſans couleur, l'acide marin déſacidifiera en grande partie l'acide nitreux, tandis que celui-ci déphlogiſtiquera l'acide marin; c'eſt-à-dire, que l'acide marin enlevera une grande partie de l'air fixe à l'acide nitreux, tandis que l'acide nitreux enlèvera le phlogiſtique à l'acide marin. Une portion de l'acide nitreux eſt convertie en gaz nitreux, lequel s'uniſſant immédiatement à la partie d'acide non décompoſé, forme l'acide nitreux phlogiſtiqué, & alors la liqueur eſt colorée en rouge.

Si l'acide nitreux eſt en petite proportion, il eſt certainement décompoſé; car la baſe marine & le phlogiſtique de la portion qui eſt convertie en gaz nitreux, attirent tous deux l'air pur de la baſe nitreuſe. Cet air pur ainſi dégagé s'unit à la baſe muriatique, & l'air déphlogiſtiqué devient libre & ſe dégage (*a*).

(*a*) Voyez les curieuſes expériences de M. Pelletier, Rozier, tom. XXVI, p. 393.

Le docteur Prieſtley a découvert qu'en faiſant abſorber des vapeurs nitreuſes par l'acide marin, on obtenoit une eau régale très-forte; parce que ces vapeurs contiennent une grande quantité de baſe nitreuſe, comme on l'a déjà vu, & très-peu d'eau. Cette baſe étant décompoſée, donne à la baſe marine une quantité d'air fixe trois fois plus grande que le volume de l'acide nitreux aqueux. Peu de tems après le mêlange de l'acide nitreux & de l'acide marin, il ſe dégage un gaz qui eſt ſur-le-champ abſorbé par l'eau (*a*); parce que c'eſt un mêlange de gaz nitreux & de gaz marin déphlogiſtiqué; l'un & l'autre ſe décompoſent & forment de l'acide nitreux & de l'acide marin ordinaire.

Lorſque l'eau régale eſt faite avec une certaine proportion de ſel ammoniac, l'alkali volatil eſt détruit; car lorſque l'acide marin eſt déphlogiſtiqué, il réagit ſur l'alkali volatil, & le décompoſe.

Mais comme l'eau, à la température ordinaire de l'atmoſphère, ne peut retenir qu'une petite quantité d'acide marin déphlogiſtiqué, il paroît très-difficile d'expliquer pourquoi il reſte dans l'eau régale une ſi grande quantité de cet acide : cette circonſtance me paroît tenir à l'af-

(*a*) Journal de Rozier, tom. XXVI, p. 323.

finité

finité qu'il a avec l'acide nitreux non décomposé. Pour m'en assurer, j'ai mêlé de l'acide nitreux & de l'acide marin en différentes proportions; j'ai examiné si la pesanteur spécifique du mélange étoit plus grande que le poids moyen qui devoit en résulter, & je l'ai toujours trouvée moindre; mais comme il se dégageoit beaucoup de gaz pendant l'union & la pesée de ces deux acides, cette expérience ne peut pas être regardée comme concluante.

L'explication que les anti-plogisticiens donnent de ces phénomènes, me paroît embarrassée & difficile à comprendre. Suivant M. Berthollet (*a*), quoique le gaz nitreux attire le principe oxigène plus fortement que l'acide marin, cependant, « par une double affinité, d'un côté » le gaz nitreux se combine avec l'acide marin » & l'acide nitreux de l'eau régale, & de l'au» tre, l'air vital d'une partie de l'acide nitreux » se combine avec une partie de l'acide ma» rin ».

A l'égard de l'affinité de l'acide marin & du gaz nitreux, il est difficile de l'accorder; car, d'après les expériences de M. Priestley, l'acide marin n'en absorbe, en peu de tems, qu'une quantité presqu'insensible & pas plus du quart

(*a*) Encyclopédie, tom. I, p. 259.

de ſon volume en deux mois (*a*), pendant que l'eau régale ſe fait en une demi-heure. Au total, cette explication ne dit autre choſe, ſi ce n'eſt que les deux acides s'uniſſent enſemble, puiſque l'acide marin s'unit aux deux principes de l'acide nitreux, qui ſont l'air pur & le gaz nitreux; cependant, il arrive quelque choſe de plus; ce qui eſt évident, même par l'odeur qui eſt toujours la même que celle de l'acide marin, tenu en digeſtion ſur la chaux de manganèſe.

(*a*) Prieſtley, tom. III, p. 129.



OBSERVATIONS SUR L'EAU RÉGALE, OU ACIDE NITRO-MURIATIQUE,

Par M. BERTHOLLET.

ON a vu, dans la ſection précédente, que l'acide muriatique oxigèné ne pouvoit avoir perdu du phlogiſtique, puiſque ſi l'on en ſépare ſimplement l'oxigène par le ſecours de la lumière, il ſe trouve ramené à ſon état primitif : les échanges de phlogiſtique que M. Kirwan ſuppoſe ici entre l'acide muriatique & l'acide nitrique, n'ont, par conſéquent, beſoin d'être ſoumis à aucune nouvelle diſcuſſion.

M. Kirwan m'attribue une opinion qui me paroît auſſi inintelligible qu'à lui-même, mais qui eſt différente de la mienne : il prétend que je regarde le gaz nitreux comme uni à une partie de l'acide muriatique, pendant qu'une autre partie de celui-ci eſt combinée avec l'oxigène de l'acide nitrique, & cela dans la même liqueur; mais la partie de l'acide muriatique qui ſe combine avec l'oxigène, ne de-

meure pas dans la liqueur; elle se dégage, & on peut la recevoir à mesure qu'elle se forme aux dépens d'une partie de l'oxigène de l'acide nitrique : le gaz nitreux qui résulte de la décomposition de l'acide nitrique reste en dissolution avec l'acide muriatique non oxigèné, & avec la partie de l'acide nitrique qui n'a pas été décomposée. Voilà ce que prouvent les expériences que j'ai décrites (Mém. Acad. des Scienc. 1785).

C'est avec grande raison que M. Kirwan trouve surprenant que l'acide muriatique de l'eau régale puisse rester uni dans l'état oxigèné avec un peu d'acide nitreux. Il suffit effectivement d'avoir comparé de l'eau régale & de l'acide muriatique oxigèné dans l'état de concentration dans lequel on peut l'obtenir, il suffit d'avoir observé son odeur extrêmement pénétrante, & sa grande disposition à se vaporiser, quoiqu'il contienne nécessairement une grande quantité d'eau; pour se persuader que ce n'est pas cet être-là qui forme l'eau régale. On peut s'en convaincre bientôt, en observant les effets de celle-ci sur les couleurs végétales & sur les alkalis, car ses effets sont semblables à ceux que produisent les autres acides, & par conséquent très-différens de ceux de l'acide muriatique oxigèné. Ce n'est donc qu'une supposition que l'auteur a faite, quand il a dit

que lorſqu'on préparoit l'eau régale par le muriate ammoniacal, l'alkali volatil étoit détruit; elle eſt ſi peu fondée, que l'alkali volatil n'eſt plus décompoſé par l'acide muriatique oxigèné, à la température de l'atmoſphère, dès qu'il eſt lui-même combiné avec l'acide muriatique ou avec l'acide nitrique.



SECTION VII.

DE L'ACIDE PHOSPHORIQUE.

D'APRÈS différentes expériences, & particulièrement d'après celles de M. Lavoiſier, qui paroiſſent faites avec grand ſoin, l'acide phoſphorique ſeroit compoſé d'une baſe particulière, unie à 2,265 de ſon poids de principe acidifiant, c'eſt-à-dire, d'air fixe; ou en d'autres termes, que 100 grains d'acide phoſphorique ſec contiennent environ 69 grains d'air fixe, & 31 grains de ſa baſe particulière : 100 grains de la baſe phoſphorique abſorbent 226,5 grains d'air fixe, ou 32,9 de phlogiſtique, lorſqu'elle devient phoſphore; & 100 grains de phoſphore contiennent 75,24 grains de baſe, & 24,76 grains de phlogiſtique.

Les anti-phlogiſticiens penſent que l'acide phoſphorique eſt compoſé du phoſphore lui-même, uni au principe oxigène, & qu'il ne contient point de phlogiſtique.

M. de Morveau a fait une expérience qui prouve évidemment la déphlogiſtication de cette ſubſtance pendant ſon acidification, & que l'air

pur ſe change en air fixe avant de s'unir à lui. Il a laiſſé trois ou quatre jours un morceau de phoſphore dans un grand vaiſſeau de verre bien fermé, expoſé à une température de 70 à 72 degrés; il ouvrit enſuite ce vaſe ſous l'eau de chaux, qui entra dans le vaſe, & ſe troubla ſur-le-champ; après la filtration, elle laiſſa un précipité qui faiſoit effervefcence avec l'acide nitreux, par conſéquent, la précipitation ne venoit pas de la combinaiſon de la chaux avec l'acide phoſphorique (*a*).

M. Lavoiſier ayant jetté graduellement du phoſphore dans de l'acide nitreux, dont la peſanteur ſpécifique étoit 1,299, il l'a échauffé juſqu'à 135 degrés (*b*). Il obſerva qu'il y avoit une grande quantité de gaz nitreux de produit; que preſque tout le phoſphore étoit converti en acide phoſphorique, & que ſon poids ſe trouvoit preſque double. Comme j'ai déjà prouvé que le gaz nitreux contient une grande quantité de phlogiſtique, & qu'il ne préexiſte pas dans l'acide nitreux, je dois regarder cette expérience

(*a*) Encyclopédie, tom. I, pag. 220.

(*b*) 39,1 du thermomètre de M. de Reaumur.

comme une preuve que le phoſphore contient du phlogiſtique, & qu'il a pris l'air fixe de l'acide nitreux. Mais l'augmentation de poids que le phoſphore acquiert pendant cette opération, ne peut pas venir entièrement de l'acide nitreux, parce qu'il a dû ſe mêler beaucoup d'air commun pendant l'introduction graduelle du phoſphore dans la cornue (*a*).

Le célèbre M. Sage a fait voir que le phoſphore précipite le cuivre, l'argent & les autres métaux ſous la forme métallique, lorſque leurs diſſolutions ſont affoiblies; & qu'en même-tems le phoſphore eſt converti en acide (*b*) : ce qui eſt une preuve complette que le phoſphore contient le phlogiſtique, ſi les métaux en contiennent lorſqu'ils ſont ſous la forme métallique. Margraf (*c*) dit que ſi l'on diſtille l'acide phoſphorique avec le zinc, il ſera converti en phoſphore; que le même effet aura lieu ſi on le diſtille avec l'étain; ce qui eſt contradictoire avec la table des affinités de M. Lavoiſier.

(*a*) Mémoires de l'Académ. des Sciences, ann. 1780, page 350.

(*b*) Journal de Phyſique, tom. XVIII, p. 263.

(*c*) Tom. I, pag. 146.

La baſe de l'acide phoſphorique, comme M. de Morveau l'a très-bien obſervé, eſt la ſeule que l'on puiſſe obtenir libre, dégagée en même-tems du phlogiſtique & de ſon principe acidifiant. C'eſt cette baſe qu'on a nommée acide phoſphorique glacial, quoique improprement, puiſqu'elle n'eſt pas ſoluble dans l'eau.



LETTRE

De M. de Morveau à M. Hassenfratz, sur l'Acide phosphorique.

« MONSIEUR,

» Vous n'auriez sûrement pas été embarrassé
» de répondre à l'argument que M. Kirwan tire
» de mon expérience, dans sa section sur l'acide
» phosphorique ; mais il falloit en même-tems
» contredire l'expérience même, & vous avez
» l'honnêteté de me fournir l'occasion de me
» redresser moi-même.

» Je dis que vous n'auriez pas été embarrassé ;
» en effet, la solution se déduit de l'hypothèse
» même de M. Kirwan : si c'est l'air fixe qui
» est le principe acidifiant, il est impossible qu'il
» serve tout-à-la-fois à acidifier le phosphore,
» & à rendre la chaux effervescente. Y en au-
» roit-il une portion surabondante ? Mais pour-
» quoi ne se manifesteroit-elle pas dans les
» autres opérations, où le phosphore est de même
» acidifié ? Comment, dans cette supposition,
» trouveroit-on le poids acquis par le phosphore

» correſpondant à celui de l'air vital abſorbé ?
» &c. &c.

» J'aurois donc pu, Monſieur, me borner à
» vous renvoyer à vos propres réflexions, qui
» auroient ſuffi pour faire tomber l'objection;
» mais j'ai différé ma réponſe pour pouvoir ré-
» péter l'expérience avec toutes les précautions
» capables d'en aſſurer le réſultat.

» J'ai mis 20 grains de phoſphore, le plus
» pur que j'aie pu me procurer, & d'une belle
» tranſparence, ſur un petit entonnoir de verre
» ſoufflé à la lampe; j'ai ſuſpendu cet entonnoir
» dans un très-grand flacon, à-peu-près aux deux
» tiers de ſa hauteur; le bouchon du flacon
» portoit un ſiphon, dont le bout étoit plongé dans
» un grand vaiſſeau rempli d'eau de chaux, pré-
» parée l'inſtant auparavant. Ce flacon contenoit
» de l'air commun, que j'avois fait paſſer à
» travers l'eau de chaux avant de l'y introduire,
» afin de juger s'il ne tenoit pas, par haſard,
» un peu de gaz acide carbonique libre.

» Dans un flacon ſemblable, j'ai fait entrer
» de l'air vital, en le faiſant paſſer auſſi à tra-
» vers l'eau de chaux, & le phoſphore y ayant
» été ſuſpendu de même dans un entonnoir, on
» a établi, comme pour le précédent, un ſiphon de
» verre plongeant profondément dans l'eau de
» chaux.

» Dans l'expérience décrite page 220 de l'En-
» cyclopédie, je n'avois qu'un flacon rempli
» d'air commun ; ce qui m'a déterminé à opérer
» cette fois tant sur l'air commun que sur l'air
» vital, c'est qu'il se pourroit bien que le pre-
» mier contînt habituellement une petite portion
» de gaz carbonique, dans un état de combi-
» naison qui l'empêchât d'altérer les réactifs ;
» & dans ce cas, il n'auroit pas été surprenant
» que cette portion se fût séparée du fluide at-
» mosphérique, dans le même tems que le phos-
» phore lui enlevoit une de ses parties consti-
» tuantes ; mais cet effet n'a pas eu lieu.

» A mesure que le phosphore s'est brûlé (ce
» qui n'a pas été bien long, parce que j'avois
» exposé les flacons aux rayons du soleil), l'eau
» de chaux y est rentrée pour remplacer l'air
» absorbé. Dans le commencement, l'acide qui
» se formoit tomboit par le bec de l'entonnoir
» comme une liqueur, quoiqu'elle eût encore
» manifestement une consistance vaporeuse, qu'elle
» conservoit en arrivant sur le fond du flacon.
» Quand l'eau de chaux y a été en certaine
» quantité, il s'est déposé une matière blanche
» floconneuse.

» Par le moyen de ces appareils, la combus-
» tion du phosphore a été & plus prompte &
» plus complette. Elle a continué dans le pre-

» mier flacon jusqu'à ce que toute la portion » d'air vital ait été consumée ; elle s'est arrêtée » dans le second lorsque l'eau de chaux est montée » au point de couvrir le reste du phosphore.

» Alors, j'ai ouvert les deux flacons ; j'ai » porté, dans la liqueur, du papier bleu, qui » a sur-le-champ passé au rouge. Il y avoit donc » de l'acide phosphorique par surabondance ; & » dès lors, il est évident qu'il ne pouvoit y avoir » de l'acide carbonique dans le précipité ; car » l'acide phosphorique l'auroit dégagé ; il est au » contraire très-certain qu'il y avoit une por- » tion de phosphate de chaux, tenue en disso- » lution par l'excès d'acide phosphorique.

» Il n'y avoit point de gaz acide carbonique » au-dessus de la liqueur des flacons : s'il y en » avoit eu, il auroit été attiré par l'eau de » chaux dans le siphon dont le diamêtre étoit » de plus de 3 lignes ; il auroit tapissé ses pa- » rois de carbonate de chaux, il en auroit laissé » quelques traces à son orifice ; il eût du moins » troublé légèrement la liqueur qu'il contenoit : » rien de tout cela ; l'eau de chaux du siphon » a conservé toute sa transparence, lorsque celle » du vaisseau, qui avoit le contact de l'air ex- » térieur, étoit déjà couverte d'une pellicule » assez épaisse.

» Comment ai-je donc pu voir un mouve-

» ment d'effervefcence quand j'ai verfé la pre-
» mière fois de l'acide nitrique fur un femblable
» précipité ? Il eft bien certain que je l'ai vu,
» puifque je l'ai décrit : mais j'ai été induit en
» erreur par quelque circonftance étrangère.
» Qui eft-ce qui ne fait qu'avec les meilleures
» intentions, on eft toujours difpofé à fe con-
» tenter des apparences, quand elles s'accordent
» avec nos explications ; & voilà pourquoi ce
» que nous voyons prend toujours une teinte de
» ce que nous penfons. Ce n'eft pas affez, ce-
» pendant, de dire qu'on a été trompé, il faut,
» pour donner confiance à la feconde obferva-
» tion, découvrir la caufe de l'erreur. C'eft ce
» qui m'a engagé à traiter encore mes précipités
» comme dans l'expérience citée par M. Kirwan.
» J'ai fait plus ; avant de les jetter fur le filtre,
» j'ai ajouté de l'eau de chaux, par excès, dans
» les deux flacons ; je les ai rebouchés & forte-
» ment agités ; malgré cela, l'acide nitrique
» les a rediffous, fans dégager la moindre partie
» de gaz. A la vérité, j'ai foumis à cette
» épreuve la matière reftée fur le filtre, dès
» qu'elle n'a plus été baignée dans la liqueur ;
» & je n'ai pas cru devoir la *laiffer fécher*, ainfi
» que je l'avois fait, & que je l'ai dit dans le
» récit de la première expérience. Cette circonf-
» tance fuffit pour rendre raifon de la différence

» des phénomènes obſervés, en ce que, pen-
» dant le tems de la deſſiccation, l'eau de chaux
» dont étoit impregné le phoſphate calcaire, a
» bien pu recevoir de l'acide carbonique de l'air
» ambiant.

» Je ſuis, &c.



SECTION VIII.

DE L'ACIDE SACCHARIN.

Les ſubſtances végétales, en général, ſe réſolvent par l'analyſe en air fixe, en gaz inflammable & en air phlogiſtiqué; il n'exiſte d'autres différences entre elles que dans le nombre, la proportion & le degré de condenſation de ces principes. Si nous les ſuppoſons chacun d'eux ſeulement ſuſceptibles de dix degrés de condenſation, nous aurons 40 principes différens, indépendamment peut-être des alkalis, dont la compoſition n'eſt pas encore connue; les combinaiſons dont ces principes ſont ſuſceptibles pourroient fournir amplement toutes les variétés qu'on peut ſuppoſer exiſter. Chaque combinaiſon de deux ou de pluſieurs de ces principes, comme auſſi chaque degré de condenſation de ces mêmes principes, paroiſſent déterminer les propriétés particulières à chacune d'elles. Mais comme nous ſommes d'une grande ignorance ſur la manière de combiner ou de condenſer ces principes, nous ne ſommes pas encore en état de recompoſer les ſubſtances végétales, même celles qui ne ſont plus organiſées.

Le

Le ſucre eſt un compoſé d'air fixe, d'une beaucoup plus grande quantité de gaz inflammable, & d'un peu d'eau, le tout condenſé à un degré que nous ne connoiſſons pas. En total, il retient une chaleur ſpécifique plus grande que les huiles & le charbon; ce qui me fait exclure l'eau de ſa compoſition. M. de Morveau croit, avec une grande probabilité, qu'il a pour baſe une huile éthérée ſubtile, à laquelle une grande proportion de gaz inflammable condenſé eſt ſurajouté.

L'acide du ſucre eſt donc formé de cette baſe particulière, dépouillée du phlogiſtique ſurabondant, & unie à une grande proportion d'air fixe dans l'état de condenſation. L'acide ſaccharin ne préexiſte donc pas dans le ſucre, mais il eſt formé par l'opération qui le fournit; ainſi, il diffère des ſels neutres, des ſavons & des acides minéraux phlogiſtiqués.

Cet acide tire la plus grande partie de ſon principe acidifiable de l'acide nitreux, qui eſt décompoſé, ainſi que le ſucre lui même, dans l'opération qui produit l'acide ſaccharin. La baſe nitreuſe enlève le phlogiſtique du ſucre, tandis que l'air fixe de l'acide nitreux, ſe combine avec la baſe ſaccharine.

La ſimplicité de la théorie des anti-phlogiſticiens paroît avoir un grand avantage dans l'ex-

plication des phénomènes des acides minéraux; mais elle le perd abſolument dans l'explication de l'analyſe & de la production des acides végétaux, & c'eſt alors que ſon inſuffiſance ſe démontre.

M. Lavoiſier a diſtillé 236,25 grains de ſucre avec 945 grains d'acide nitreux, dont la peſanteur ſpécifique étoit 1,316, étendu avec 945 grains d'eau dans un appareil propre à recevoir les airs. Il y avoit adapté une bouteille intermédiaire, deſtinée à recueillir la liqueur qui paſſeroit pendant la diſtillation. Le poids total des matières étoit 2126,25 grains; & lorſque l'opération fut achevée, le total étoit :

		pouc.		gr.	
Gaz nitreux, . . .	229	71	=	85	Qui contiennent 15 grains de phlogiſtique, & 6,7 grains de baſe nitreuſe.
Air fixe, ...	108,	81	=	50, 6	
Gaz inflammable,	30,	22	=	1,	
Liqueur & ſel dans la cornue, . .				1316,	
Poids acquis dans la bouteille intermédiaire, ...				599,	

	grains.	
Total, ...	2051	6
Poids primitif,	2126,	25

Perte, . . . 74, 65 (*a*).

Cette perte eſt ſi conſidérable qu'il eſt inutile d'entrer dans le détail de la quantité d'acide nitreux décompoſé (*b*), d'autant plus que la décompoſition de cet acide n'eſt pas conteſtée. Mais il

---

(*a*) M. Lavoiſier a diſtillé 288 grains de ſucre dans 1157,9 d'acide nitreux, à 1,316 de peſanteur ſpécifique, & étendu de 1157 grains d'eau. Ainſi le total étoit 2602 grains; il a obtenu :

	p. cub.		gr.	
Gaz nitreux,	189,74	=	103,7	Qui contiennent 18,2 de phlogiſtique, & 8,174 de baſe nitreuſe.
Air fixe, . .	89,877	=	61,732	
Gaz inflamm.	24,96	=	1,22	
Liqueur & ſel dans la cornue,			1605,52	
Poids acquis dans la bouteille,			730,78	
			2502,952	
Poids primitif, ...			2602,	
Perte, ...			99,048	

(*b*) Mémoires de Paris, ann. 1778, pag. 541.

Il ſemble qu'il y ait ici une contradiction dans le compte rendu par M. Lavoiſier de ſon expérience; car il dit que la bouteille intermédiaire a acquis 1 once 2 gros 12 grains, tandis que quelques lignes plus bas, il annonce qu'il y a paſſé ſeulement 3 gros 56 grains.

regarde comme certain, ce qui ne peut lui être accordé, que le gaz nitreux préexiſtoit dans l'acide nitreux, & que même cet acide contenoit un volume égal de gaz nitreux & d'air pur; ce qui a déjà été prouvé impoſſible.

Il infère de cette expérience que le ſucre eſt une eſpèce de charbon, qui, s'uniſſant au principe oxigène de l'acide nitreux, décompoſe cet acide, en chaſſe le gaz nitreux, & forme l'acide ſaccharin. Mais vers la fin de l'opération, cet acide eſt lui-même décompoſé, comme le penſe M. Lavoiſier; & de-là vient l'air fixe, qui n'eſt autre choſe que le principe oxigène uni au charbon.

Sur cela je remarque, 1°. que d'après cette théorie, l'acide du ſucre & l'air fixe feroient une ſeule & même choſe, puiſqu'ils ſont tous les deux compoſés de principe oxigène uni au charbon. M. Lavoiſier peut répondre que l'acide du ſucre, outre ces deux principes, contient encore de l'air inflammable; mais alors il doit avouer que le ſucre contient une plus grande proportion de gaz inflammable que celle qu'il a obtenue pendant la formation de l'acide du ſucre. Il ne pourra pas nier que cette partie de ce gaz inflammable ne ſe ſoit combinée avec la baſe nitreuſe; il dira peut-être auſſi que ce charbon eſt différent du charbon ordinaire. Si

cela eſt ainſi, comment a-t-il pu former le même air fixe qu'avec le charbon ordinaire; en outre, ſi c'étoit une eſpèce différente de charbon, l'acide du ſucre, dans ſon ſyſtême, ſeroit décompoſé par le charbon ordinaire, & le ſucre ſeroit régénéré : car, d'après la table d'affinités, le charbon a une beaucoup plus grande affinité avec l'oxigène que le ſucre n'en a avec ce principe. Enfin, le ſucre ſeroit régénéré par différentes ſubſtances métalliques, qui ſont rangées avant lui dans l'ordre d'attraction pour le principe oxigène.

2°. Si l'acide du ſucre étoit le réſultat de l'union du ſucre avec le principe oxigène, il devroit peſer plus que le ſucre lui-même, dont il eſt formé, quoiqu'il ſe dégage un peu d'air fixe & de gaz inflammable : car dans les expériences de M. Lavoiſier, la quantité de ſucre employée étoit de 236,25 grains (*a*), & celle de l'oxigène abſorbée de 83 grains (*b*); de ſorte que s'il n'y avoit rien eu de perdu, la totalité de l'acide ſaccharin auroit due être de 319,25 grains (*c*),

(*a*) 288.

(*b*) 101,26.

(*c*) 349,485.

& si nous déduisons la perte de 50 grains d'air fixe (a) & d'un grain de gaz inflammable (b), nous aurons encore 268,25 grains (c), c'est-à-dire, 32 grains de plus que le poids du sucre (d). Mais cette augmentation de poids est contraire à l'expérience de tous ceux qui ont examiné la matière avec quelque attention. M. Bergman, de trois parties de sucre, n'en a obtenu qu'une d'acide (e); M. Chaptal, d'un tiers aux deux cinquièmes du sucre employé (f); M. Sage seulement dix seizièmes (g); & cependant, si nous considérons la proportion & la force de l'acide dont s'est servi M. Lavoisier, nous trouverons qu'il est très-vraisemblable que même tout le sucre qu'il a employé n'a pas été converti en acide saccharin.

(a) 61.

(b) 1,22.

(c) 326,265.

(d) 39,04.

(e) Tom. I, pag. 253.

(f) Chaptal, pag. 61.

(g) Mémoires de Paris, année 1777, p. 437.

3°. Si l'acide ſaccharin ne conſiſte que dans le réſultat de la combinaiſon du ſucre en entier avec l'oxigène, on pourroit le former en diſtillant du ſucre ſur de la chaux noire de manganèſe ou avec l'acide marin déphlogiſtiqué ; car ces deux ſubſtances contiennent l'oxigène en grande abondance, & ce principe s'en dégage facilement. Cependant, après pluſieurs tentatives, ni M. Schéele, ni M. de Morveau, n'ont pu former aucune portion d'acide ſaccharin par le moyen de ces ſubſtances : ce n'eſt pas faute d'affinité de l'oxigène avec le ſucre ; car, d'après la table de M. Lavoiſier, il a une plus forte affinité avec le ſucre qu'avec aucune de ces ſubſtances ; &, comme M. de Morveau l'a fait voir, il les quitte pour s'unir au ſoufre, avec lequel, d'après cette table, il a moins d'affinité. La ſeule raiſon qui empêche que le ſucre ne ſe convertiſſe en acide par le moyen de ces ſubſtances, eſt donc qu'aucunes d'elles ne peut lui enlever la quantité de phlogiſtique qu'il doit perdre pour devenir acide.

Enfin, ſi l'on diſtille l'acide du ſucre, il ſe convertit en entier en eau, en air fixe, & en gaz inflammable. On ne trouve pas la moindre quantité de charbon ni d'air déphlogiſtiqué. Il n'eſt, par conſéquent, pas raiſonnable de re-

garder ces deux ſubſtances comme ſes parties conſtituantes. Mais comme l'air fixe eſt le ſeul qu'on puiſſe extraire de tous les acides végétaux, il me paroît en être le vrai principe acidifiant.



REMARQUES SUR L'ACIDE DU SUCRE,

Par M. DE FOURCROY.

QUOIQU'ON n'ait point encore de connoiſſances très-poſitives ſur les divers principes qui forment les matières végétales, les expériences des modernes ont cependant fait voir que ces principes ſont beaucoup plus ſimples & moins nombreux qu'on ne le croyoit autrefois, puiſqu'en dernière analyſe, on n'a retiré des végétaux, que la baſe du gaz inflammable que nous appellons hydrogène, le charbon qui y eſt tout formé, l'oxigène ou la baſe acidifiante de l'air vital, l'azote, ou la baſe du gaz azotique de l'eau & quelques terres. C'eſt avec ces cinq ou ſix ſubſtances primitives qui paroiſſent très-ſimples, ou dont au moins les élémens compoſans n'ont pas encore pu être iſolés, que le travail de la végétation, produit les extraits, les mucilages fades, le ſucre, les huiles fixes & volatiles, l'arome, le gluten, la farine, les parties colorantes, les divers acides, &c.

Toutes ces matières végétales paroiſſent ne différer les unes des autres, que par le nombre,

la proportion des composans qui les constituent, & comme l'indique M. Kirwan, par le plus ou moins de condensation que les composans y éprouvent.

Il en est du sucre comme des autres matières végétales : l'analyse la plus exacte n'y démontre pour principes primitifs que l'hydrogène, le carbone, de l'eau & un peu de substance terreuse & alkaline ; rien ne prouve qu'il contienne l'acide carbonique tout formé. M. Kirwan avance cette assertion sans preuves positives ; tout annonce au contraire que cet acide qui s'en dégage par l'action du feu ou de la fermentation, se forme au moment même de son dégagement.

M. Kirwan pense avec nous que l'acide oxalique, (*saccharin*) n'y préexiste pas, & qu'il est produit par l'action de l'acide du nitre. Mais il diffère dans l'explication qu'il en donne ; il croit que l'huile éthérée du sucre cède son hydrogène ou phlogistique à la base nitreuse qui devient gaz nitreux, tandis que l'acide carbonique de cet acide se fixe dans l'huile déphlogistiquée & la convertit en acide oxalique. Examinons la juste valeur de cette théorie. 1°. M. Kirwan n'a pas démontré la présence de l'acide carbonique dans l'acide du nitre, ni même que le premier de ces acides se formât pendant la

ſéparation des principes & ſur-tout de l'air vital du ſecond. Mais quand cette aſſertion ſeroit démontrée, comment M. Kirwan peut-il expliquer que le gaz inflammable ou le phlogiſtique du ſucre ſe dégage pour s'unir à la baſe nitreuſe, & reprendre un même phlogiſtique à cet acide ? Pourquoi le ſucre, contenant ſuivant lui tout ce qui lui eſt eſſentiel pour devenir acide oxalique, puiſqu'il y admet la préſence de l'air fixe, ne ſe change-t-il pas ſpontanément en cet acide ? pourquoi, en un mot, quitte-t-il ſon phlogiſtique, pour en reprendre ſeulement dans l'état d'air fixe ?

2°. Si la converſion de l'huile étherée du ſucre, ou de la baſe ſaccharine en acide oxalique ne conſiſte que dans le dégagement de ſon hydrogène, ou phlogiſtique, & dans l'abſorption de l'acide carbonique, pourquoi cet acide ne ſe forme-t il pas par la diſtillation du ſucre, ou les deux circonſtances néceſſaires à cette formation, ſemblent être réunies.

3°. On ne peut pas démontrer la préſence de l'acide carbonique dans l'acide oxalique; on n'a point opéré la converſion réciproque de l'un dans l'autre, comme on a ſéparé & réuni les principes de ceux des acides dont la compoſition eſt rigoureuſement démontrée dans la doctrine moderne des chimiſtes françois.

Les objections que M. Kirwan fait à cette théorie, relativement à la formation de l'acide oxalique, ne nous ont pas paru aussi fortes qu'il les croit. Pour y répondre avec précision, remarquons d'abord que le Mémoire de M. Lavoisier sur cet acide, imprimé dans le volume de 1778, d'où M. Kirwan tire la plus grande partie de ses argumens, est fort éloigné de ce que les découvertes modernes ont appris de plus exact sur la nature des substances végétales. Si l'on ne s'en rapportoit qu'aux ouvrages écrits il y a dix ans, pour connoître notre théorie, on risqueroit de nous attribuer des inexactitudes & même des erreurs que les expériences qui se sont succédées sans interruption depuis cette époque, ont peu-à-peu fait disparoître. M. Lavoisier a fait des recherches plus exactes sur le sucre, & il ne diroit plus aujourd'hui que le sucre entier entre dans la composition de l'acide oxalique, ou que c'est du charbon qui en fait la base. Il résulte de ses nouvelles recherches sur le sucre analysé par la fermentation spiritueuse, que cette matière végétale contient par quintal près de 8 livres d'hydrogène, 60 livres d'oxigène, & plus de 30 livres, de carbone, c'est-à-dire qu'il est composé d'eau de carbone, avec un excès d'oxigène. Ce n'est point cet ensemble qui entre dans la composition de l'acide

oxalique ; il eſt décompoſé comme l'acide nitrique qui ſert à le former, & ſans avoir beſoin d'oppoſer à M. Kirwan, qui ne décrit pas des expériences particulieres ſur cet objet, des eſſais faits avec toute l'exactitude requiſe qui nous manquent encore, nous avons aſſez de données pour lui prouver que notre théorie eſt auſſi ſimple ſur ce point que ſur tous les autres, & qu'elle n'a point le déſavantage d'exiger comme la ſienne des ſuppoſitions multipliées.

Lorſque l'on combine le ſucre avec l'acide nitrique, il ſe dégage pendant l'efferveſcence une aſſez grande quantité d'acide carbonique mêlé au gaz nitreux ; cet acide ne peut provenir que du charbon du ſucre uni à l'oxigène de l'acide du nitre, car ce dernier n'en donne jamais ſans le contact du charbon ou d'une matière qui en contient, & l'on peut convertir totalement en gaz nitreux & en acide carbonique, des quantités proportionnelles de charbon & d'acide nitrique ; ce premier fait prouve que l'acide oxalique qui ſe forme à meſure qu'il ſe dégage du gaz acide carbonique & du gaz nitreux, contient moins de carbone que le ſucre, & explique pourquoi ce dernier perd de ſon poids en devenant acide ; on peut donc regarder l'acide oxalique comme un acide

mixte formé d'hydrogène, de carbone, & d'oxigène, en certaine proportion encore indéterminée. Si l'oxigène ne forme point simplement de l'eau avec l'hydrogène, & de l'acide carbonique avec le carbone, mais un composé nouveau & particulier, c'est que ces deux principes sont unis entr'eux d'une manière particulière & tiennent également à l'oxigène. Dès qu'une force étrangère viendra rompre l'équilibre, comme l'action d'un certain degré de chaleur, les trois principes se sépareront & s'uniront dans un autre ordre, l'hydrogène se dégagera, & il se formera de l'acide carbonique qui n'y existoit pas d'abord; tels sont sont aussi les produits de la distillation faite sur cet acide. Comme l'acide oxalique est composé de deux des matières qui ont la plus grande affinité possible avec l'oxigène, la plupart des métaux ne peuvent le décomposer; d'ailleurs le zinc & le fer qui seuls pourroient enlever une partie d'oxigène à cet acide, ayant besoin pour cela d'une assez forte température, celle-ci décomposeroit l'acide oxalique en opérant la réaction de ces principes & la rupture de leur équilibre, de manière à les altérer très-fortement.

Il ne nous manque, pour avoir une connois-

ſance plus exacte de l'acide oxalique, que de connoître exactement la proportion des principes qui entrent dans ſa compoſition ; ce qui peut être fait par le rapport des produits de la diſtillation du ſucre, de ſa fermentation, & de ſon analyſe par l'acide nitrique. La condenſation de ſes principes eſt auſſi un élément à rechercher pour cette connoiſſance ; la chaleur & la peſanteur ſpécifiques pourront le fournir.

Notre doctrine ſur ce point n'eſt, comme ſur tous les autres, que le réſultat ſimple indiqué par l'expérience ; elle s'accorde avec tout ce qu'on fait ſur cet acide oxalique & ſur tous les matériaux qui le fourniſſent par l'action de l'acide nitrique. Tous ceux-ci ne ſe réduiſent jamais en dernière analyſe qu'en hydrogène, oxigène & carbone.

Nous penſons auſſi, d'après ces données générales, que les dix acides végétaux différens que l'on connoît aujourd'hui, contiennent tous les mêmes principes que l'oxalique, le carbone, l'hydrgoène & l'oxigène ; mais qu'ils diffèrent les uns des autres par la proportion, la condenſation de ces principes, ainſi que par l'addition de quelque matière, comme par exemple d'un peu d'alcohol dans l'acide acéteux. Cette

opinion est fondée sur la convertibilité de ces acides les uns dans les autres, prouvée par les recherches de MM. Crell, Hermstad, &c. & opérée par le seul changement dans la quantité de leurs composans.



SECTION

SECTION IX.

DE LA CALCINATION, DE LA RÉDUCTION DES MÉTAUX, ET DE LA FORMATION DE L'AIR FIXE.

CALCINER un métal, c'eſt le priver de ſon brillant métallique, ou l'amener à une forme caſſante moins cohérente & pulvérulente. Les métaux malléables perdent par-là leur malléabilité, & le mercure ſa fluidité. Réduire un métal, c'eſt lui rendre ſon éclat métallique & le degré de cohérence & de malléabilité qui lui eſt propre.

Les chaux métalliques ſont plus peſantes que les métaux dont elles ſont formées ; d'où il eſt évident qu'elles ont acquis une nouvelle ſubſtance ; mais elles ſont ſpécifiquement *plus légères* qu'avant la calcination, d'où il eſt clair que cette nouvelle ſubſtance eſt plus légère que celle à laquelle les métaux étoient unis avant la calcination, s'il eſt vrai qu'ils fuſſent unis à quelque choſe.

Les différentes ſubſtances par le moyen deſquelles aidés de la chaleur, les métaux peuvent être calcinés, ſont l'air reſpirable, l'eau, les

acides, les alkalis, le mercure à l'aide de l'air respirable, & différentes autres matières métalliques dans diverses circonstances.

Selon la nouvelle théorie, les substances métalliques ne perdent rien pendant leur calcination, mais au contraite elles s'unissent au principe oxigène qui est l'air pur privé de la plus grande partie de sa chaleur spécifique.

Ceux qui admettent la présence du principe inflammable dans les métaux, sont communément d'accord qu'il s'en sépare pendant la calcination. Mais quant à la nouvelle substance que les métaux absorbent, il y a, jusqu'à présent, peu de partisans de l'ancien systême qui aient déclaré leur sentiment. J'éviterai de discuter les anciennes opinions abandonnées depuis longtems, ainsi que celle de M. Schéele, qui a eu peu de partisans, & qui a été suffisamment réfutée par M. Lavoisier, & par les expériences de M. Fordyce.

M. Cavendish est porté à penser que les métaux imparfaits perdent leur principe inflammable ou leur phlogistique pendant la calcination, & qu'ils prennent de l'eau à sa place : mais quant aux chaux de mercure & des métaux parfaits, il pense qu'il est ridicule de décider si c'est le mercure & non l'eau, ou bien si c'est

l'eau & non le mercure, qui ont perdu leur principe inflammable.

Dans le ſyſtême des anti-phlogiſticiens, pour réduire un métal calciné, il faut ſeulement le priver de ſon principe oxigène. Suivant M. Cavendish, dans la plupart des cas, il ſuffit de décompoſer l'eau à laquelle la chaux eſt unie ; le principe inflammable de l'eau s'unit au métal ; l'air pur qui formoit l'autre principe de l'eau eſt dégagé.

Dans mon opinion, les ſubſtances métalliques perdent, par la calcination, leur phlogiſtique, qui n'eſt autre choſe que le gaz inflammable pur dans l'état concret : en même-tems, elles s'uniſſent le plus communément à l'air fixe formé pendant l'opération ; mais quelquefois, pluſieurs d'entre elles s'uniſſent à l'eau & à d'autres ſubſtances, par le moyen deſquelles elles ſont également calcinées. Les chaux des métaux parfaits peuvent donc ſe réduire par la décompoſition de leur air fixe : celles des métaux imparfaits & des demi-métaux, partie par la décompoſition de leur air fixe, partie par ſon expulſion ou par celle des autres ſubſtances étrangères qu'ils ont abſorbées, & par leur réunion ſimultanée avec le principe inflammable.

Pour appuyer cette opinion, il eſt néceſſaire de prouver que le phlogiſtique ou l'air inflammable exiſte ſous forme concrète dans les ſubſtances

métalliques dans leur état parfait. C'eſt ce que je crois avoir ſuffiſamment prouvé dans une autre occaſion (*a*). J'y ai fait voir, 1°. que la plupart des métaux pendant leur diſſolution dans les acides, produiſent du gaz inflammable, & cependant que les mêmes métaux placés dans la diſſolution d'autres métaux par les mêmes acides, quoiqu'ils s'y diſſolvent, ne donnent plus d'air inflammable; mais que dans le même tems & dans la même proportion, le métal précédemment diſſous & calciné reprend ſon éclat métallique.

J'ai conclu de ces faits que la ſubſtance qui ſe ſeroit dégagée dans l'état de gaz inflammable du métal ajouté, s'il avoit été ſeul, avoit été, dans cette occaſion, repriſe & abſorbée par le métal revifié.

2°. Que les chaux métalliques ſont revivifiées par la ſimple chaleur dans le gaz inflammable qu'elles abſorbent viſiblement.

3°. Que le gaz inflammable ſe dégage des ſubſtances métalliques dans le vuide, par la pure chaleur, du moins avec l'aide d'un peu d'humidité.

4°. Que les chaux des métaux imparfaits ne ſont jamais revivifiées que par les ſubſtances qui

(*a*) Tranſactions Philoſophiques, ann. 1782, p. 195.

contiennent le principe inflammable. Il ne me reſte plus qu'à répondre aux objections qui ont été faites à ma concluſion générale & à ma théorie de l'air fixe, par la décompoſition duquel les chaux de mercure ſont revivifiées. D'abord, les anti-phlogiſticiens prétendent que le gaz inflammable produit pendant la diſſolution des métaux, vient de la décompoſition de l'eau. « Car » (dit cet éminent mathématicien & philoſophe, M. de la Place, qui, le premier, a ſuggéré cette idée favorable au ſyſtême des anti-phlogiſticiens) « les métaux ſont » calcinés par l'action des acides, c'eſt-à-dire, » qu'ils s'uniſſent à l'air vital : » (ces expreſſions ne doivent pas cependant être regardées comme ſynonymes) « il paroît, par les expériences de » M. Lavoiſier, qu'aucune portion de l'acide » vitriolique n'eſt altérée par le fer, puiſqu'il » peut ſaturer la même quantité d'alkali avant » qu'après » : (cela admis prouve ſeulement que le gaz inflammable ne vient pas de l'acide) « ſi le gaz inflammable ſe dégageoit du métal, » nous en obtiendrions de même par l'acide » nitreux ; » (point du tout ; l'acide nitreux eſt évidemment décompoſé : le gaz inflammable s'unit à ſa baſe, & forme du gaz nitreux) « s'il » ſe formoit du gaz inflammable, il deviendroit » ſenſible par ſon union avec l'air pur ». (Non ;

en s'uniſſant avec l'air pur, il forme l'air fixe).
« En outre, l'action de l'acide nitreux ſur le
» mercure développe du gaz nitreux ; cependant,
» il ne paroît pas que le mercure donne de gaz
» inflammable, puiſque ſa chaux eſt revivifiée
» ſans addition d'air inflammable ».

(Cette revivification a été expliquée en détail à la fin de la quatrième ſection ; l'on verra, à la fin de celle-ci, de nouvelles preuves que cette réduction eſt due au gaz inflammable). (*a*).

(*a*). *Note remiſe au Traducteur par M. de la Place.*

Je répondrai aux objections de M. Kirwan en reprenant mon raiſonnement ſur la décompoſition de l'eau dans les diſſolutions métalliques.

Les métaux ſont calcinés par l'action des acides, & s'uniſſent, dans cette opération, à l'oxigène ; cela eſt inconteſtable, d'après toutes les expériences que l'on a faites, dans ces derniers tems, ſur cet objet. Dans la diſſolution du fer par l'acide ſulfurique, l'acide n'eſt point altéré, puiſqu'il peut toujours, avant comme après, ſaturer la même quantité d'alkali. Le gaz inflammable qui ſe dégage, & l'oxigène qui ſe combine avec le fer, ne viennent donc point de cet acide ; & puiſque la diſſolution a également lieu dans des vaiſſeaux fermés, il eſt clair que l'eau ſeule fournit l'air vital néceſſaire à cette opération. Elle produit donc le gaz inflammable qui ſe

Si nous considérons, dans ce cas, la décomposition de l'eau sous un point de vue chimique,

---

développe, puisque, donnant un de ses principes, l'autre devient libre. M. Kirwan ne répond rien à cela.

Le gaz inflammable fournit une seconde preuve de la décomposition de l'eau dans ces dissolutions, car on vient de voir qu'il ne résulte point de l'acide sulfurique. En le supposant produit par le fer, on l'obtiendroit également par l'action de l'acide nitrique; & l'on sait que dans ce cas, il ne se dégage que du gaz nitreux. On peut dire, à la vérité, qu'il est un des principes du gaz nitreux, mais il devroit reparoître, lorsqu'en unissant le gaz nitreux à l'air vital, on reforme l'acide nitreux décomposé.

Ici, M. Kirwan répond que dans cette union il se forme de l'air fixe, qui, suivant cet excellent physicien, est formé d'air vital & de gaz inflammable; mais toutes les épreuves que l'on a tentées pour s'assurer de l'existence de l'air fixe, dans ce cas, n'en ont pas fait reconnoître le moindre vestige.

Pour prouver encore que le gaz nitreux ne renferme point comme principe, le gaz inflammable, j'ajoute que ce gaz se développe par l'action de l'acide nitrique sur le mercure, quoique cette substance métallique ne renferme point de gaz inflammable, puisque son oxide se réduit sans son intermède, & par la seule action de la chaleur. M. Kirwan répond que dans l'oxidation du mercure, le gaz inflammable se combine avec l'air vital, & forme de l'air fixe, qui s'unit à l'oxide mercuriel, & que dans la revivification de cet oxide, l'air fixe rend au mercure son principe inflammable, & dégage de

elle ne pourra paroître que très-peu probable. Toute décompofition a lieu en vertu d'une fimple ou d'une double affinité ; par conféquent, fi l'eau eft décompofée pendant la diffolution du fer dans l'acide vitriolique, étendu d'eau, cela doit arriver en vertu d'une affinité fimple ou double. Dans ce cas cependant, ni l'une ni l'autre ne peuvent avoir lieu : ce n'eft point une double affinité, puifque le gaz inflammable s'échappe fans s'unir à l'acide ; ce n'eft pas une affinité fimple, puifqu'il n'y a aucune preuve qu'il en exifte une telle dans ce cas ; & s'il en exiftoit, l'eau feroit auffi aifément décompofée par le fer fans l'acide, que lorfque l'acide eft préfent, ou même plus aifément ; car l'affinité de l'eau doit diminuer fa force d'aggrégation ou celle de fes parties conftituantes, pour s'unir à toute autre fubftance ; c'eft pour cela que nous trouvons des différences dans les précipités des diffolutions faites par l'a-

---

l'air vital. M. Kirwan paroît donc convenir que le gaz inflammable refte uni à l'oxide mercuriel dans l'oxidation de ce métal, par l'acide nitrique. Il n'entre donc point dans la formation du gaz nitreux qui fe développe. On voit ainfi que la production de l'oxigène & celle du gaz inflammable dans la diffolution du fer par l'acide fulfurique, concourent à faire voir que l'eau fe decompofe dans cette opération.

cide vitriolique, précisément parce qu'il attire l'eau nécessaire pour les tenir en dissolution (*a*). Je serois bien aise de savoir quelle est la partie de l'acide qui agit dans ce cas; dans la théorie nouvelle, il paroît absolument inutile, & ne contribuer en rien à la dissolution. Pourquoi son principe oxigène ne s'unit-il pas au gaz inflammable de l'eau, tandis que le principe oxigène de l'eau s'unit au métal? Puisque d'après la table de M. Lavoisier ce principe a une plus grande affinité pour le gaz inflammable que pour le soufre, comment arrive-t-il que l'acide vitriolique volatil dégage le gaz inflammable du fer, puisque son propre principe oxigène est suffisamment développé, & suffisamment abondant pour s'unir au fer sans avoir recours à celui de l'eau? Comment l'air fixe chasse-t-il le gaz inflammable du fer? Comment tous les acides facilitent-ils la décomposition de l'eau, & restent-ils cependant sans action?

D'ailleurs, quoique le fer & le zinc soient les seuls métaux qui, d'après la table de M. Lavoisier, aient plus d'affinité avec le principe oxigène que le gaz inflammable n'en a avec ce principe, cependant, il y a dégagement de ce

---

(*a*) Comme le tartre vitriolé, l'alun. Sav. Etrang. premier volume, page 105, & Vogel, § 769.

gaz pendant la diſſolution des autres métaux, quoique, ſuivant la même table, ils aient moins d'affinité que lui avec le principe oxigène. C'eſt ainſi que l'on obtient du gaz inflammable d'une diſſolution de manganèſe dans l'acide vitriolique étendu d'eau, & d'une diſſolution d'étain dans l'acide marin; de même, ſuivant cette table, l'acide vitriolique & le charbon décompoſeroient l'eau dans les mêmes circonſtances que l'acide vitriolique & le fer la décompoſent : ce qui n'eſt cependant pas ſuppoſé.

Je ſens bien que tous les raiſonnemens généraux doivent céder aux faits : mais ils doivent être comptés pour quelque choſe lorſqu'ils ſont dirigés contre de ſimples conjectures & de ſimples inductions.

Pour détruire, avec ſuccès, cette ſuppoſition, j'ai fait l'expérience ſuivante. J'ai échauffé quelques livres de mercure à 212 degrés (*a*), & je l'ai gardé à cette chaleur pendant ſix heures, en le remuant ſouvent pour diſſiper toute l'humidité. J'ai fait un amalgame d'une livre de ce mercure, en l'agitant fréquemment dans une bouteille de verre, avec 360 grains de limaille de zinc (*b*), qui avoit été échauffée preſqu'au

(*a*) 80 degrés de Reaumur.

(*b*) 439,2 poids de marc.

rouge. J'ai versé cet amalgame avec environ 40 grains de poudre de zinc (*a*) sur sa surface dans une cornue de verre luttée, aussi sèche qu'il étoit possible, & qui, avec son allonge, contenoit environ 20 pouces cubiques (*b*). J'ai distillé à une douce chaleur, & j'ai reçu l'air sur le mercure en cinq portions différentes : la première & la deuxième portion, chacune d'environ 5 pouces cubiques (*c*), étoient de l'air commun ; la troisième, du même volume à-peu-près, donna du gaz inflammable qui détonnoit avec l'air commun ; la quatrième, encore de 5 pouces cubiques (*d*), donna quatre explosions successives, après lesquelles il y eut une très-grande absorption, & le mercure commença alors à passer ; la cinquième portion de ce gaz se dégagea lentement : la moitié étoit de l'air fixe, & l'autre moitié rougissoit foiblement avec le gaz nitreux. Dans cette expérience, la plus concluante que j'aie pu imaginer, j'avois pris toutes les précautions possibles pour éviter toute humidité, & il ne pouvoit y avoir d'eau que celle tenue en

(*a*) 48,8.

(*b*) 16,52 pouces cubiques françois.

(*c*) 4,13.

(*d*) 4,13.

dissolution dans l'air qui avoit été absorbé pendant l'amalgamation. Le gaz inflammable paroît donc provenir du zinc qui, comme tous les métaux imparfaits, est calciné jusqu'à un certain point pendant son union avec le mercure, & il paroît encore qu'il prit la forme de fluide élastique au moyen de la chaleur qui lui étoit appliquée, lorsqu'il n'y eut plus qu'un peu d'air commun dans la cornue : ce gaz avoit une odeur très-particulière.

Il est vrai que lorsqu'on distille du vitriol de fer, il donne à la fin de l'air déphlogistiqué, mais cet air vient évidemment de la décomposition d'une partie de l'acide, & non de l'eau; car la production de cet air est toujours précédée d'une grande quantité de gaz acide sulfureux, qui provient de ce qu'une partie de l'air fixe de cet acide est absorbé par la chaux métallique.

M. Lavoisier a fait les expériences suivantes pour prouver la décomposition de l'eau. 1°. Il a introduit sous une cloche remplie de mercure de la limaille de fer, imbibée d'eau; au bout de quelques jours, il a obtenu une petite quantité de gaz inflammable.

2°. Ayant fait passer la vapeur de l'eau bouillante à travers un tube de fer rouge, il a obtenu une grande quantité de gaz inflammable;

la ſurface intérieure du tube étoit calcinée, & reſſembloit à ce que nous appellons mine de fer teſſulaire ou ſpéculaire; elle étoit très-dure, à peine magnétique, ne donnoit pas de gaz avec les acides (*a*), & avoit pris une augmentation de poids de 25 à 30 pour cent.

Ces expériences ne me prouvent autre choſe ſi ce n'eſt que l'eau s'unit au fer & en dégage l'air inflammable, ce qui eſt encore confirmé par les expériences ſuivantes. Si l'on jette un peu d'eau ſur une grande quantité de limaille de fer, il ſe produit ſur-le-champ une chaleur conſidérable (*b*), qui paroît venir de la condenſation de l'eau, pendant ſon union avec le fer, la chaleur dégagée excédant celle abſorbée par le gaz inflammable, dont le poids eſt extrêmement petit. Dans l'hypothèſe de M. Lavoiſier, le fer abſorbe ſeulement le principe oxigène de l'eau, & comme cet oxigène eſt déjà très-condenſé dans l'eau, il ne me paroît pas probable qu'il fourniſſe beaucoup de chaleur.

2°. Cette chaux eſt très-différente de celle qui eſt formée par l'abſorption de l'air, telle que la rouille, par exemple, dont on peut retirer de l'air fixe & même de l'air déphlogiſtiqué, au

(*a*) Mém. de Paris, ann. 1781, p. 271, 272 & 487.

(*b*) Bergman, tom. III, p. 94.

lieu qu'on ne peut retirer aucune eſpèce d'air du fer qui eſt calciné par l'eau.

Le docteur Prieſtley a fait, ſur cet objet, pluſieurs expériences curieuſes qui méritent une attention particulière, parce que leurs réſultats ſont incompatibles avec la nouvelle théorie, & mettent hors de doute l'abſorption de l'eau en nature. Le docteur Prieſtley échauffa, par le moyen d'un verre ardent, un morceau de fer dans l'air déphlogiſtiqué tiré du précipité *per ſe*; l'air diminua ſur-le-champ, & fut viſiblement abſorbé par le fer, qui fut converti en ſcorie, & prit une augmentation de poids à-peu-près égale à celle de l'air abſorbé.

Mais lorſque enſuite il échauffa cette ſcorie dans du gaz inflammable, celui-ci diſparut ſur-le-champ, & il y eut une grande quantité d'eau de formée; ce métal fut revivifié, & il diminua de poids en raiſon à-peu-près égale à la quantité d'eau formée. Dans la première expérience, le phlogiſtique du fer s'eſt uni à l'air déphlogiſtiqué, & a formé l'eau que le fer a abſorbé, en ſe convertiſſant en ſcorie; par conſéquent, ſon poids a dû être augmenté de tout celui de l'air déphlogiſtiqué. Dans la ſeconde expérience, l'eau s'eſt dégagée & convertie en vapeurs, tandis que le

gaz inflammable a été abſorbé, & le fer alors a repris ſon poids & ſon état métallique.

Les anti-phlogiſticiens doivent dire que dans la première expérience, l'air pur s'unit au fer, & forme la ſcorie, & que dans la ſeconde, il abandonne le fer, s'unit au gaz inflammable, & forme de l'eau; mais cela eſt contraire à la table de M. Lavoiſier, ſuivant laquelle l'air pur a une plus grande affinité avec le fer qu'avec le gaz inflammable. On ne peut pas dire que la chaleur ſoit cauſe du dégagement de l'air pur du fer, & de ſa combinaiſon avec le gaz inflammable, puiſque ce dégagement a lieu dans les mêmes circonſtances où l'on dit que l'eau eſt décompoſée par la ſéparation du gaz inflammable du principe oxigène, & par l'union de ce principe au fer. Si l'on réplique « que nous admettons auſſi que le gaz inflammable chaſſe l'eau » du fer dans les mêmes circonſtances où nous » diſons que le gaz inflammable eſt dégagé du » fer par le moyen de l'eau », je répondrai que les circonſtances ne ſont pas les mêmes : lorſque l'eau chaſſe le gaz inflammable du fer, elle contient beaucoup plus de chaleur ſpécifique que le fer ou ſon phlogiſtique, & le phlogiſtique a de l'eſpace pour s'échapper alors ſous la forme de gaz inflammable ; mais lorſque le gaz inflammable chaſſe l'eau du fer, ce gaz eſt *confiné*,

& comme il a une affinité égale avec le fer & une chaleur ſpécifique plus grande que l'eau condenſée, preſſant ſur le fer avec une force conſidérable, en raiſon de ſa chaleur & de ce qu'il eſt *confiné*, il donne ſa chaleur à l'eau qui, ſur-le-champ, ſe convertit en vapeurs, & ſe condenſe ſur les parois du vaſe : dans l'hypothèſe anti-phlogiſtique, cette explication ne ſera pas reçue, parce que, ſuivant cette hypothèſe, le principe oxigène a une plus grande affinité avec le fer, & que le gaz inflammable n'en a pas du tout; de manière qu'il n'y a ici aucune ſubſtance qui tende à chaſſer l'oxigène, & que la communication de la chaleur ſpécifique au principe oxigène, empêcheroit plutôt qu'elle ne détermineroit ſon union avec le gaz inflammable, puiſque cette chaleur doit être dégagée avant que l'union puiſſe avoir lieu.

Si l'on mêle la ſcorie de fer dont il a déjà été queſtion (c'eſt à-dire le fer calciné par la vapeur de l'eau) avec du charbon parfaitement ſec, & dont tout le gaz inflammable non combiné ait été dégagé, & ſi l'on diſtille ce mélange dans une cornue de terre bien cuite, verniſſée extérieurement, il y a production d'air fixe & de gaz inflammable, & le fer eſt revivifié (*a*). Je demande d'où vient ici le gaz inflammable?

(*a*) Prieſtley, tom. VI, p. 109.

flammable? Les anti-phlogisticiens ne peuvent pas dire qu'il vient du charbon, car ils nient qu'il en contienne; ils ne peuvent pas avoir recours à la décomposition de l'eau, car, d'après eux, la scorie ne contient que le principe oxigène, & point d'eau. Cet argument décisif est employé contre eux par le docteur Priestley.

Les autres expériences que M. Lavoisier ajoute en preuve de la décomposition de l'eau, sont celles qu'il a faites sur le charbon. Je les examinerai en les comparant avec celles du docteur Priestley sur le même sujet.

M. Lavoisier fait passer 1122 (*a*) grains d'eau réduite en vapeurs sur 248,62 grains de charbon (*b*), dont il avoit eu soin d'enlever tout l'air & toute l'humidité qu'il pouvoit contenir accidentellement. Ce charbon étoit placé dans un tube de fer, doublé de cuivre; (métal sur lequel l'eau n'a pas d'action) il obtint 6644 pouces cubiques (*c*) de gaz inflammable, dont il estime le poids 550 grains (*d*). En introduisant l'alkali caustique, il trouva qu'un quart du

(*a*) 1368,84 poids de marc.

(*b*) 303,316.

(*c*) 5487,984.

(*d*) 671.

volume de ce gaz étoit de l'air fixe, & il étoit resté 5 grains (a) de cendres. Comme le poids de ce produit étoit plus du double de celui du charbon employé, il en conclut que l'eau doit avoir été décomposée, que son principe inflammable a formé le gaz inflammable, & que son principe oxigène s'unissant au charbon, a formé l'air fixe (b).

Je remarquerai, 1°. que M. Lavoisier suppose que le gaz inflammble & l'air fixe qui sont produits dans cette expérience sont absolument privés d'eau; supposition qui ne s'accorde ni avec les expériences de M. de Saussure, ni avec les miennes. Et si nous supposons que plus de moitié du poids de ces airs fût de l'eau, ainsi que le prouvent complettement mes expériences, il n'y aura pas besoin d'en inférer la décomposition de l'eau, mais seulement celle du charbon qui résout, en grande partie, en ses principes constituans, le gaz inflammable & l'air fixe. Cette décomposition n'est même pas complette, car il y a toujours du gaz inflammable combiné avec l'air fixe : l'on s'en apperçoit à sa pesanteur & à la flamme bleue qu'il donne en brûlant.

(a) 4,13.

(b) Mémoires de Paris, ann. 1781, p. 280.

2°. La garniture intérieure de cuivre n'étoit point assez exacte pour empêcher qu'il n'y eût du fer de calciné. Une partie du gaz inflammable a donc dû venir du fer ; ainsi, l'on ne peut rien conclurre des calculs faits sur cette expérience.

3°. Le poids de l'air fixe (en supposant qu'il fît le quart du volume total des gaz obtenus) excéderoit le poids total, lequel étoit de 550 grains. Mais l'air fixe montant à $\frac{6644}{4}$ (= 1661) pouces cubiques, peseroit 772 grains, en estimant de 46,5 grains le poids des cent pouces cubiques (*a*).

Le docteur Priestley a trouvé des variations très-considérables dans ses résultats, en faisant des expériences semblables. Lorsqu'il n'a fait passer que la quantité d'eau nécessaire pour la production de l'air, il n'a jamais obtenu d'air fixe libre ; tout le produit étoit du gaz inflammable. Lorsqu'il a employé une grande quantité d'eau, l'air fixe qu'il a obtenu varioit du douzième au tiers du produit total. L'air inflammable étoit un peu plus léger que moitié de

(*a*) Les $\frac{5487{,}984}{4}$ = 1371,996 à 68,715 les 100 pouces cubiques feroient 842,767 beaucoup plus fort que 671.

son volume d'air commun, car 100 pouces cubiques pesoient 14 grains (*a*).

Dans l'expérience sur laquelle il comptoit le plus, il a trouvé que 94 grains de charbon, dont tout l'air libre avoit été auparavant dégagé par la chaleur, ont donné, avec 240 grains d'eau, 294 grains ou 1591 pouces cubiques d'air, dont un cinquième en volume étoit de l'air fixe (*b*). Mais comme ce dernier poids n'est pas déduit d'une expérience directe, le docteur avoue lui-même qu'on ne peut y donner une grande confiance.

Il faut se rappeler que le charbon parfaitement privé d'air étranger en réabsorbe promptement, que par conséquent il ne peut être pesé avec exactitude, & qu'après avoir été pesé, il continue toujours à en attirer : ajoutez à cette cause d'inexactitude le poids de l'air des vaisseaux, & celui de l'eau absorbée, il est aisé de concevoir comment on obtient un poids d'air qui excède de beaucoup celui du charbon. Ce sont-là toutes les expériences faites

(*a*) 100 pouces cubiques françois peseroient 20,67 grains.

(*b*) 114,68 grains de charbon avec 298,8 d'eau, ont produit 358,58 grains, ou 1314,166 pouces cubiques d'air.

jusqu'à présent pour prouver la décomposition de l'eau. Lorsqu'on les examine avec attention, on voit qu'elles ne prouvent pas cette décomposition, mais seulement le pouvoir qu'a la vapeur de décomposer le fer & le charbon, & de s'unir, en grande quantité, avec l'air obtenu de ce dernier. Si dans cette expérience on n'emploie que l'eau absolument nécessaire, l'air que l'on obtient ne paroît être autre chose que le charbon lui-même dans l'état aériforme, uni à une grande quantité d'eau; mais les expériences suivantes prouvent que le charbon est composé de gaz inflammable & d'air fixe.

1°. M. Schéele a distillé du charbon avec de l'alkali caustique; il a obtenu du gaz inflammable, & l'alkali est devenu effervescent.

2°. J'ai mis dans un petit creuset négligemment fermé une demi-once de poudre de charbon bien sèche, qui le remplissoit presque en entier; je l'ai fait chauffer jusqu'au rouge pendant quelques heures. Le couvercle avoit un trou par lequel l'air qui se produisoit pouvoit se dégager : j'ai reconnu qu'il en sortoit du gaz inflammable, qui brûloit avec une flamme bleue pendant tout le tems de l'opération, comme je m'en suis assuré en y mettant le feu de tems en tems avec un papier allumé. Il est impossible d'attribuer ce dégagement continuel de gaz in-

flammable à quelque corps étranger que le charbon auroit contenu.

La deuxième preuve que j'ai donnée en faveur de l'existence du phlogistique dans les métaux, étoit tirée de la réduction de leurs chaux à l'état métallique, lorsqu'elles sont échauffées dans le gaz inflammable, & l'absorption de ce gaz qui a lieu en même-tems. Pour éluder cette preuve, M. Lavoisier prétend que dans ce cas, les chaux métalliques produisent de l'air pur, qui, en s'unissant au gaz inflammable, forme de l'eau, comme dans les expériences du docteur Priestley. Comme la plupart de ces chaux ont été chauffées au rouge, j'avoue qu'une partie du gaz inflammable a servi à former l'eau, tandis que l'autre partie s'unissoit aux chaux. Mais cette expérience n'est pas maintenant aussi concluante qu'elle l'étoit lorsque je l'ai rapportée, parce que la composition de l'eau n'étoit pas alors connue. Mais les expériences de M. Pelletier confirment toujours la conclusion que j'ai tirée précédemment, parce qu'il n'y a pas de raison de penser que l'eau puisse être formée par l'union du gaz inflammable & de l'air déphlogistiqué à la température de l'atmosphère.

Plusieurs chimistes pensent que les chaux métalliques sont unies immédiatement à l'air pur, quoiqu'ils soient dans l'opinion que les métaux

contiennent du phlogiſtique. Ces deux opinions me paroiſſent incompatibles, car ils diſent que les métaux, pendant leur calcination, abandonnent leur phlogiſtique, & qu'ils ne peuvent être calcinés dans aucune autre eſpèce d'air que l'air vital : comme cet air rencontre le phlogiſtique, il doit former, avec lui, ou de l'eau, ou de l'air fixe, dont l'un ou tous les deux ſont abſorbés par la chaux, & augmentent ſon poids.

On peut calciner un métal par le feu, à l'aide d'une douce chaleur, & ſans faire rougir le métal, ou bien en l'élevant à une chaleur rouge. Le maſſicot, le minium, le précipité *per ſe* & la rouille, ſe forment à une douce chaleur, & par conſéquent, ils contiennent de l'air fixe & un peu d'eau qu'ils abſorbent après la calcination; mais la litharge, les fleurs de zinc, les écailles de fer que le docteur Prieſtley appele *ſinery cinder* étant formées à une chaleur rouge, elles abſorbent l'eau qui ſe produit durant leur calcination, & un peu d'air fixe. Les ſubſtances métalliques qui abſorbent l'air fixe décompoſent (en vertu de leur affinité pour le phlogiſtique) le tout ou la plus grande portion de cet air, lorſqu'elles ſont échauffées à un degré de feu plus grand que celui auquel elles l'avoient abſorbé; & dans un très-haut degré de chaleur tel que celui où les chaux de fer ſont expoſées au

foyer d'un verre ardent, il est absolument possible que l'eau qu'elles contiennent soit décomposée. Il me paroît qu'on peut déduire cette théorie des phénomènes suivans.

1°. Si le massicot & la chaux grise de plomb sont humectées & échauffées, ils ne donnent que de l'air fixe, comme le docteur Priestley nous l'assure ; lorsqu'ils sont secs, je trouve qu'ils absorbent plutôt de l'air en leur faisant subir une plus longue calcination.

2°. Le minium donne aussi une grande quantité d'air fixe, environ un quart de tout ce qu'il contient d'air, comme M. Lavoisier l'avoue. C'est à cet air qu'il semble devoir sa couleur, puisqu'il la perd à l'instant où il en est privé, & qu'il la reprend à l'instant où il lui est rendu, ainsi que M. Abich l'a fait voir. Cette couleur ne vient ni de la flamme, ni de la fumée ; car, suivant les expériences de M. Abich, le minium fait sans le contact de l'un ou de l'autre, est beaucoup plus rouge & beaucoup plus parfait que celui qui est préparé au fourneau de réverbère (*a*).

L'on a dit que le minium nouvellement fait ne donnoit point d'air du tout ; pour m'en assu-

---

(*a*) Annales Chimiques, ann. 1784, tom. X, pag. 400 & 407.

rer, j'en ai fait quelques onces, & je n'ai pu obtenir aucune eſpèce d'air, ſoit en le diſtillant avec de l'eau ou ſans eau. Au contraire, il en abſorboit & ſe convertiſſoit en litharge & en verre, & paſſoit à travers la cornue. Il ne faut pas conclurre de cette expérience que le minium ne contienne point d'air; car ayant mêlé 120 grains du même minium avec 18 grains de ſoufre, j'ai obtenu 14 pouces cubiques d'air vitriolique. La première expérience ne prouvera autre choſe, ſinon que l'on ne peut obtenir d'air d'aucune ſubſtance, qu'elle n'ait auparavant abſorbé quelque humidité; nous en avons une preuve bien claire dans la terre peſante aérée, qui ſe vitrifie plutôt que de donner de l'air, tandis que les acides en dégagent de l'air fixe très-promptement.

3°. Il eſt bien connu que la rouille de fer ne donne que de l'air fixe, & le précipité *per ſe*, lui-même, en donne quelques indices (*a*).

Si l'on fait digérer de l'acide marin ſur du minium ou du précipité *per ſe*, l'acide devient déphlogiſtiqué, parce qu'il prend de l'air fixe, & donne de ſon propre phlogiſtique à ces chaux. Mais ſi cet acide eſt diſtillé ſur les chaux métalliques qui contiennent principalement de l'eau,

(*a*) Prieſtley, tom. II, p. 217; & tom. III, p. 16.

comme les chaux de zinc, d'antimoine, de fer, & la litharge, il ne devient pas phlogistiqué, ou il ne l'est que très-peu (*a*); ce qui montre la grande différence qu'il y a entre ces chaux & les premières.

Il est évident que les chaux métalliques formées par la voie sèche ne peuvent donner qu'une petite portion d'air fixe non décomposé, si on accorde que l'affinité des substances métalliques avec le phlogistique, augmente lorsqu'elles sont exposées à une très-grande chaleur; c'est ce que nous avons de puissantes raisons de croire, puisqu'à peine y en a-t-il quelques-unes qui soient réductibles par le contact des substances phlogistiques, si ce n'est à une forte chaleur, & que les chaux de fer, même les plus parfaites, sont revivifiées, en partie, au foyer d'une forte lentille.

La seule preuve qu'on en puisse tirer pour établir que les chaux formées par la voie sèche à une foible chaleur, ne contiennent que de l'air fixe, c'est que la quantité de cet air devroit être plus grande, lorsque les chaux prennent du phlogistique de quelque autre substance, ou du moins lorsque leur air fixe décomposé se recompose par le phlogistique de quelque autre substance, & c'est ce dont nous avons plusieurs exemples.

(*a*) Hermstadt, tom. I, p. 176.

1°. M. Hermſtadt (*a*) a fait voir que la chaux noire de manganèſe donnoit beaucoup d'air fixe lorſqu'on la diſtilloit avec une certaine proportion de fer ou de zinc.

2°. Le docteur Prieſtley a obtenu d'une once de précipité rouge & d'une once de limaille de fer, 38 pouces (*b*) cubiques d'air fixe, dont il n'en eſt reſté que cinq (*c*), non abſorbables par l'eau. Les résultats ont été les mêmes, ſoit qu'il ait employé le laiton ou le zinc à la place du fer, ou le turbith minéral au lieu du précipité rouge (*d*). M. Schéele & M. Cavendish ont auſſi obtenu une quantité conſidérable d'air fixe par le même procédé (*e*).

Mes réſultats ont été quelquefois différens. Je n'ai point obtenu d'air du tout d'un mêlange de 300 grains de fer nouvellement limé, & de 240 grains de précipité rouge : il y eut, au contraire, une forte abſorption. Penſant que

---

(*a*) Pag. 277.

(*b*) De 586 grains d'oxide rouge de mercure, & de 586 grains de limaille de fer, 31,588 pouces cubiques de gaz acide carbonique.

(*c*) 4,13.

(*d*) Prieſtley, tom. VI, p. 253.

(*e*) Ann. Chimiq. ann. 1785, tom. I, p. 154.

l'eau pouvoit être néceſſaire, j'ai répété cette expérience en employant du précipité *per ſe*, au lieu de précipité rouge, & en variant les proportions. J'ai, en conſéquence, diſtillé, dans une très-petite cornue, 240 grains de précipité *per ſe*, & 120 de limaille de fer nouvellement faite, & j'ai jeté, ſur la ſurface du mélange, quelques gouttes d'eau. J'ai obtenu 4,5 pouces cubiques d'air fixe, & un mélange de 36 pouces d'air déphlogiſtiqué & de gaz inflammable. Après l'opération, le fer peſoit 144 grains (*a*).

De parties égales de limaille de fer & de précipité rouge, M. de la Métherie n'a obtenu que l'air des vaiſſeaux. De 2 onces de précipité rouge & une drachme de limaille de fer, il a obtenu une petite quantité d'air fixe; la plus grande partie étoit de l'air déphlogiſtiqué (*b*). Je crois que ces réſultats dépendent beaucoup de la grandeur de la cornue & de la pureté de la limaille de fer. Lorſque la cornue eſt grande, il y a aſſez d'air pour calciner, à un certain point, la limaille de fer, quelques inſ-

---

(*a*) 292,8 grains d'oxide rouge de mercure, & 146,8 de fer, ont produit 3,717 pouces cubiques de gaz acide, & 19,736 de gaz oxigène & de gaz hidrogène. Le fer peſoit après 175,68.

(*b*) Journal de Phyſique, tom. XXVIII, p. 146.

tans avant que le précipité ſoit décompoſé ; ſi la cornue eſt petite, l'air fixe s'unit au fer, à meſure qu'il ſe forme. Il paroît, par ma dernière expérience, que l'eau s'unit au fer plus aiſément que l'air fixe, & que le mercure décompoſe ſon propre air fixe plus aiſément qu'il n'enlève le gaz inflammable, comme étant plus intimement uni à lui, & parce qu'il eſt déjà condenſé.

Deux cens quarante grains de plomb & 240 de précipité rouge ne m'ont point donné d'air; le plomb a été calciné pour la plus grande partie.

Quatre cens grains d'étain, & 460 de précipité rouge, s'enflammèrent dans la cornue, & la brisèrent.

Deux cens quarante grains de biſmuth, & la même quantité de précipité rouge diſtillés à une chaleur très-foible, n'ont donné que cinq pouces cubiques d'air, dont deux étoient de l'air fixe. Le même mélange diſtillé à une chaleur rapide, a donné 19 pouces cubiques d'air, ſur leſquels il y en avoit un d'air fixe; le reſte étoit un peu meilleur que l'air commun (*a*) : le biſmuth étoit converti en une chaux vitreuſe.

(*a*) 292,8 de biſmuth, & autant d'oxide rouge de mercure, ont produit 4,13 pouces d'air. Le même mélange diſtillé à une plus grande chaleur, a produit 15,694.

Ayant traité de la même manière 240 grains de zinc, & le même poids de précipité rouge, le zinc s'eſt ſublimé; il a bouché le col de la cornue, s'eſt enflammé, & l'a fait caſſer. Le même mélange, dans une cornue plus grande & à une chaleur plus lente, n'a point produit d'air. Soixante grains de réſidu mêlé avec 240 grains de précipité rouge, ſe ſont enflammés, & ont briſé la cornue.

Deux cens grains de cuivre & 240 de précipité rouge, n'ont point donné d'air, quoique le mercure ait été revivifié, & ait paſſé dans la diſtillation.

D'après ces expériences, il paroît que dans quelques cas, particulièrement dans ceux où l'on emploie de l'eau, une partie de l'air fixe paſſe ſans être décompoſé; mais qu'en général le mercure décompoſe ſon premier air fixe, & que l'air déphlogiſtiqué qui eſt produit, s'unit au gaz inflammable naiſſant des métaux avec leſquels il eſt en contact, & qui l'abſorbent.

Les chaux formées par la voie humide, par l'eau ou par amalgamation, donnent des preuves encore plus claires des principes de l'air fixe, & il en réſulte que l'air & l'eau ſont les ſeules ſubſtances que les métaux abſorbent dans leur calcination.

Le 22 Juin 1785, je mis 3 onces de limaille

de plomb & une demi-once d'eau diſtillée dans une bouteille de verre, dont la capacité étoit de 433 pouces cubiques, & je la fermai avec un bouchon de criſtal. Au bout de peu de jours, la ſurface du plomb devint blanche ; j'agitai ce mélange de tems en tems ; & après quelques ſemaines, ce ne fut qu'avec beaucoup de peine que j'ouvris la bouteille pour y laiſſer rentrer de l'air.

Le 5 Septembre, je retirai ce qu'elle contenoit : la plus grande partie étoit calcinée ; je ſéparai cette portion du reſte, par le moyen d'une grande quantité d'eau diſtillée ; j'évaporai juſqu'à ce que le réſidu eut pris la conſiſtance de l'empois dont il avoit la couleur, & il étoit même un peu plus bleu. J'en diſtillai alors 472 grains, & j'obtins 24 pouces cubiques d'air fixe, qui n'a preſque point laiſſé de réſidu. Ce qui reſtoit dans la cornue étoit converti en litharge (*a*).

Une quantité de limaille de fer, traitée de la même manière, ne produiſit d'air d'aucune eſpèce. Du zinc calciné de cette manière m'a donné quelques portions d'air fixe ; mais, par

(*a*) 1758 grains de plomb avec 293 d'eau ſe ſont oxidés dans un vaſe dont la capacité étoit de 357,658 pouces cubiques : 675,62 de cet oxide diſtillé ont produit 19,826 pouces cubiques de gaz acide carbonique.

un accident, la plus grande partie a été perdue.

N. B. L'eau dans laquelle le zinc avoit été calciné, devint ſapide; elle donnoit un précipité avec l'alkali fixe aéré; mais l'alkali pruſſien ne produit aucun effet.

J'ai fait un amalgame de quelques livres de mercure & de 300 grains de zinc; j'ai agité cet amalgame avec de l'eau diſtillée dans une grande bouteille, aux trois quarts pleine; j'en ai ſéparé 857 grains d'une chaux griſe blanchâtre, & j'ai obtenu, par la diſtillation, 15 pouces cubiques d'air fixe (*a*): lorſqu'il ceſſa de paſſer, & que l'abſorption commença, j'y laiſſai rentrer de l'air commun: mais au bout de quelque tems, le zinc s'enflamma; ce qui prouve qu'il y avoit encore quelque portion de ce métal qui n'étoit point calciné.

En traitant de la même manière 480 grains de limaille de plomb, & quelques livres de mercure, j'eus une poudre noire, dont j'obtins 8 pouces cubiques d'air fixe (*b*), & 6 d'air (*c*) un

(*a*) 1045,54 grains d'amalgame de zinc oxidé dans l'eau ont produit 12,39 pouces cubiques de gaz acide carbonique.

(*b*) 6,608.

(*c*) 4,956.

peu

peu meilleur que l'air commun. Le plomb qui ſe trouvoit dans la cornue, étoit partie à l'état de maſſicot, partie à l'état de minium, & la plus grande portion à l'état de litharge. Le docteur Prieſtley qui, le premier, a fait cette expérience, & l'a répétée pluſieurs fois avec la plus ſcrupuleuſe attention, a conſtamment obtenu une grande portion d'air fixe, & à la fin, un peu d'air déphlogiſtiqué (*a*).

Ces expériences me portent à croire, non-ſeulement que l'air fixe eſt formé pendant la calcination des métaux & abſorbé par eux, mais auſſi que l'air déphlogiſtiqué & le phlogiſtique ſont ſes parties conſtituantes. Pour appuyer, par l'analyſe, cette opinion, je ferai mention des deux expériences ſuivantes.

1°. M. Hermſtadt ayant chaſſé d'une quantité donnée de manganèſe tout ſon air pur, en l'expoſant pendant long-tems à une forte chaleur, la mit dans un tube de terre; & l'ayant chauffée juſqu'au rouge, il fit paſſer à travers 150 pouces cubiques d'air fixe huit fois de ſuite. A la fin, cet air devint ſi pur qu'il pouvoit entretenir la combuſtion; il y eut pluſieurs taches blanches dans la manganèſe (*b*).

(*a*) Tome VI, p. 256.

(*b*) Hermſtadt, tom. I, p. 280.

2°. M. Monge ayant fait passer l'étincelle électrique à travers l'air fixe, trouva 1°. que l'air augmentoit en volume de $\frac{1}{24}$, & qu'il continuoit d'augmenter même lorsqu'on cessoit de faire les décharges électriques. 2°. Que le conducteur en fer étoit calciné; mais cette circonstance ne peut pas être considérée comme l'effet principal, attendu que l'effet principal avoit lieu lorsqu'on employoit un conducteur de platine, qui ne pouvoit pas être calciné. 3°. Lorsqu'on mit l'air en contact avec l'alkali fixe caustique, il y eut $\frac{3}{5}$ d'absorbé, & le résidu étoit du gaz inflammable (*a*). Il explique ainsi cette expérience : 1°. l'air fixe contient de l'eau, & cette eau augmente son volume. 2°. Le mercure de l'appareil étant échauffé par l'étincelle électrique, décompose l'eau, & dégage le gaz inflammable. 3°. L'air fixe dissout une portion de mercure & d'eau. Mais lorsque l'opération est finie, il dépose l'eau, il dissout plus de mercure, & le mercure ainsi dissous augmente son volume (*b*). Cette expli-

(*a*) Journal de Physique, tom. XXIX, p. 275.

(*b*) *Note de M. Monge.*

M. Kirwan paroît n'avoir pas bien saisi l'explication que j'ai donnée du phénomène dont il s'agit; je vais la rapporter ici d'une manière succinte.

cation me paroît peu ſatisfaiſante; car, en premier lieu, ſi le gaz inflammable & l'augmenta-

---

Pour peu que l'on ait obſervé les fluides élaſtiques, on eſt convaincu non-ſeulement que le gaz acide carbonique tient de l'eau en diſſolution, mais encore que la quantité d'eau qu'il diſſout eſt beaucoup plus grande que celle que l'air atmoſphérique peut abſorber dans les mêmes circonſtances. En effet, lorſqu'on réfroidit un bocal rempli de gaz acide carbonique, qui a été en contact avec de l'eau, les parois du vaſe ſe tapiſſent d'une roſée qui trouble leur tranſparence, & cette roſée eſt beaucoup plus abondante que celle qu'on obſerveroit dans un pareil bocal rempli d'air atmoſphérique. Or, lorſque l'air de l'atmoſphère diſſout de l'eau, de l'eſprit-de-vin, de l'éther, &c. il augmente de volume, & la dilatation qu'il éprouve eſt plus grande à meſure que la ſubſtance diſſoute eſt plus évaporable, & que la quantité de la diſſolution eſt plus grande : il eſt donc probable qu'il en eſt de même lorſque le gaz acide carbonique diſſout de l'eau, & que ſi, par quelque moyen, on dépouilloit ce fluide élaſtique de toute l'eau qu'il retient, ſon volume ſeroit ſenſiblement moindre ſous la même preſſion, & par la même température.

De plus, ſi l'air de l'atmoſphère peut diſſoudre du mercure, comme nous nous en ſommes aſſurés, M. Vandermonde & moi, par des expériences directes dont nous avons rendu compte à l'académie en 1781, il eſt très-probable que le gaz acide carbonique peut auſſi en tenir en diſſolution, & que par là le volume de ce fluide élaſtique augmente. A la vérité, ceci eſt une ſimple induction,

tion de volume viennent de la décompofition de l'eau par le mercure, alors, le gaz inflam-

---

qui n'eft appuyée fur aucune expérience antérieure; mais elle cadre fi bien avec toutes les circonftances du phénomène qu'il s'agit d'expliquer, qu'on peut la regarder comme vérifiée par le phénomène même.

D'après cela, lorfqu'on excite une fuite d'étincelles électriques dans du gaz acide carbonique, qui a été expofé pendant quelque tems fur du mercure, & qui, par conféquent, tient de l'eau & du mercure en diffolution, les étincelles difpofent à l'oxidation le mercure diffous qui fe trouve entre les deux parties de l'excitateur; & parce que l'oxigène qui eft dans l'eau diffoute adhère moins à l'hydrogène que celui du gaz acide carbonique ne tient au carbone, c'eft l'eau que le mercure décompofe pour paffer à l'état d'oxide noir; & l'hydrogène de l'eau, rendu libre, prend l'état de fluide élaftique. Par-là, le volume doit éprouver deux altérations différentes, 1°. il doit diminuer, puifque d'une part le gaz abandonne du mercure qui, après s'être oxidé, tombe fur la furface du bain, & que de l'autre il eft dépouillé de l'eau qui s'eft décompofée; 2°. il doit augmenter par le dégagement du gaz hydrogène qui eft dans un état d'expanfion plus grand que quand il étoit fous la forme d'eau diffoute, & l'augmentation définitive que l'on obferve dans le volume total du gaz, n'eft que la différence qui fe trouve entre ces deux effets contraires. Lorfque le gaz acide carbonique eft ainfi privé de l'eau & d'une partie du mercure qu'il tenoit en diffolution, il devient en état de diffoudre du nouveau mercure, & même de l'eau

mable seroit également produit en faisant passer l'étincelle dans l'air déphlogistiqué ou l'air phlo-

---

nouvelle, si le mercure de l'appareil n'est pas parfaitement privé de ce liquide; & parce que cette dissolution ne peut se faire que lentement, elle est la cause de l'accroissement graduel que l'on observe encore dans le volume du gaz, après qu'on a cessé d'exciter des étincelles.

Ainsi, ce n'est pas le mercure liquide, comme M. Kirwan semble l'avoir compris, qui s'oxide au moyen de l'étincelle électrique, excitée à une assez grande distance de lui; ce qui seroit, en effet, difficile à concevoir; mais c'est celui qui étant tenu en dissolution dans le gaz acide carbonique, & sous la forme de fluide élastique, est dans le voisinage de l'étincelle, & directement exposé à son action.

Jusques ici, je n'ai encore fait mention que d'une des causes de l'altération que l'étincelle électrique produit dans le volume du gaz acide carbonique, & si l'on ne considéroit que cette cause seule, il faudroit en conclurre que l'eau & le mercure tenus en dissolution dans ce gaz, occupent à-peu-près le tiers de son volume; ce qui est peu probable. Mais il faut observer que le gaz acide carbonique a la faculté, comme tous les autres acides, de se combiner avec les oxides métalliques; le mercure oxidé s'empare donc d'une partie de ce fluide, sans la décomposer, & l'entraîne avec lui sous la forme solide; ce qui est une nouvelle cause de diminution dans la quantité de ce gaz. Il est même très-vraisemblable que, dans ce phénomène, la présence du gaz acide carbonique favorise l'oxidation du

giſtiqué, puiſque ces airs contiennent auſſi de l'eau. Et cependant, M. Cavendish n'a pu produire la moindre altération en faiſant paſſer l'étincelle à travers ces airs. 2°. Le volume du gaz inflammable ne change point par l'étincelle électrique, comme cela paroît par les expériences de MM. Prieſtley & Vanmarum (*a*). Cependant, cet air contient plus d'eau qu'aucun autre.

3°. Il n'y a ici aucune preuve que le mercure ſoit plus ſoluble d'ans l'air fixe que dans l'air

---

mercure & la décompoſition de l'eau, de même que les acides ſulfurique & muriatique occaſionnent la décompoſition de l'eau par le fer; décompoſition qui n'auroit pas lieu, du moins d'une manière auſſi marquée, ſans la préſence de ces acides. Par-là, on explique d'une manière ſimple pourquoi l'étincelle électrique dégage du gaz hydrogène lorſqu'elle eſt excitée dans du gaz acide carbonique expoſé ſur du mercure, tandis qu'elle n'en dégage pas lorſqu'on la produit dans les gaz oxigène, hydrogène & azotique, quoique ceux-ci puiſſent, comme le premier, tenir de l'eau en diſſolution.

Au reſte, on n'a eu intention que de donner une explication plauſible d'un phénomène dont les réſultats préſentoient quelque choſe d'extraordinaire; & l'on convient que pour lui donner un degré ſuffiſant de certitude, il faudroit la vérifier par des expériences directes.

(*a*) Prieſtley, tom. IV, p. 367. Journal de Phyſique, tom. XXVII, p. 151.

phlogiſtiqué, ou dans le gaz inflammable, dont les volumes ne ſont point altérés; & ſi l'air fixe pouvoit en diſſoudre & augmenter de volume, il en diſſoudroit ſûrement davantage étant chaud, qu'après l'opération & étant réfroidi.

4°. Si l'air fixe pouvoit diſſoudre le mercure, il ne s'en ſuivroit pas que ſon volume dût augmenter; il ſeroit plutôt diminué, comme M. Berthollet a trouvé que cela arrivoit au gaz inflammable lorſqu'il diſſout la plombagine.

5°. Suivant la table d'affinités de M. Lavoiſier, le mercure ne devroit pas décompoſer l'eau, puiſque le gaz inflammable a une plus forte affinité avec le principe oxigène que le mercure; & que l'on ne diſe pas que ce ſoit ſeulement à une foible chaleur, car alors ni l'un ni l'autre ne s'uniſſent au principe oxigène; & à une forte chaleur, le mercure laiſſe plutôt dégager qu'il n'abſorbe ce principe.

6°. Il eſt très-peu probable, pour ne pas dire incroyable, que la ſurface du mercure s'échauffe aſſez pour avoir un commencement de calcination, tandis que le reſte de la maſſe reſte froid.

Il eſt donc beaucoup plus vraiſemblable que l'air fixe eſt lui-même décompoſé dans cette expérience, & qu'il ſe forme de l'eau. Mais comme l'air fixe contient plus de phlogiſtique que l'eau,

une partie du phlogiſtique devient libre, & le volume eſt augmenté. L'eau s'uniſſant avec le mercure, forme la poudre noire, comme le docteur Prieſtley l'a ſouvent obſervé; l'augmentation de volume, après l'opération, peut venir de la réunion de différentes petites bulles d'air diſperſées à travers le mercure pendant la commotion occaſionnée par l'étincelle électrique.

Les anti-phlogiſticiens diſent que l'air fixe vient de l'union de l'air déphlogiſtiqué avec le charbon. Il ſe préſente une objection qui me paroît inſoluble; c'eſt qu'il ſe forme de l'air fixe dans beaucoup de cas où l'on ne peut pas ſuppoſer qu'il exiſte du charbon comme dans la calcination des métaux, dans la reſpiration, la végétation, &c. Dans toutes ces circonſtances, il ne ſe rencontre de charbon que comme gaz inflammable.

M. Lavoiſier a placé du charbon dans une capſule avec un morceau d'amadou & un morceau de phoſphore; il a introduit cette capſule ſous une cloche remplie d'air déphlogiſtiqué, & placée ſur le mercure, il a allumé le morceau d'amadou par le moyen d'un fer rouge; après l'opération, il a trouvé que le charbon avoit perdu 17,2 grains (*a*), qu'il y avoit 67,1787

(*a*) On emploie ici le poids & les meſures françoiſes.

grains d'air fixe de produit, & que sur 95,745 grains d'air déphlogistiqué employé, il n'en restoit que 34,075 grains. Mais en comparant le poids du charbon consumé, la quantité d'air déphlogistiqué employée, celle qui restoit sans être absorbée, & l'air fixe produit, il trouva une différence de 11 grains, qu'il attribue à la formation de l'eau par l'union de quelques portions d'air inflammable aqueux, restant dans le charbon avec une portion de l'air déphlogistiqué (*a*).

Cette expérience ne prouve autre chose, sinon que l'air fixe est formé par l'union de l'air déphlogistiqué avec une des parties constituantes du charbon, c'est-à-dire, le phlogistique ou gaz inflammable; c'est ce que j'ai toujours soutenu, & ce que doivent aussi reconnoître tous les chimistes qui regardent le charbon comme un composé de phlogistique & d'air fixe; car dans ce cas, le poids de l'air fixe produit est plus que triple de celui du charbon employé.

D'après les expériences du docteur Priestley, il paroît que l'air fixe n'est pas formé par l'union de l'air déphlogistiqué avec le charbon dans un état d'aggrégation, mais avec le gaz inflammable qu'il contient; car en faisant passer un courant

---

(*a*) Mémoires de Paris, ann. 1781, p. 448.

d'eau ſur du charbon dans un tube de terre rouge, il a obtenu une grande quantité de gaz inflammable avec un peu d'air fixe. Mais après avoir ſéparé cet air fixe, & en faiſant paſſer l'étincelle électrique à travers un mélange de ce gaz inflammable & d'un volume égal d'air déphlogiſtiqué, il a obtenu un volume d'air fixe ſupérieur en poids à l'air inflammable employé (*a*) : de ſorte que dans ce cas, ou l'air fixe eſt formé, ou bien il étoit préexiſtant dans ce gaz inflammable, & il en a été dégagé, tandis que la quantité réelle d'air inflammable s'eſt convertie en eau, & a occaſionné l'augmentation de poids. Je ſuis fortement porté à croire que c'eſt ce qui eſt réellement arrivé, & c'eſt ce qui confirme l'opinion que j'ai déjà avancée, page 166. Mais ſi cet air fixe préexiſtoit dans le gaz inflammable, alors, le charbon contiendroit l'air fixe, dont le poids peut être augmenté au double par la ſimple production de l'eau; ce qui détruit les inductions de M. Lavoiſier.

Les anti-phlogiſticiens expliquent la réduction des chaux métalliques par le charbon, en diſant : qu'il ne ſert qu'à leur enlever le principe oxigène en raiſon d'une affinité ſupérieure. Cependant, l'acide du ſucre qu'ils avouent contenir le prin-

(*a*) Tome VI, p. 97 & 172.

cipe inflammable, qui ne contient pas de charbon, & qui même ne peut être réduit en charbon, revivifieroit, je n'en doute pas, les chaux métalliques à une forte chaleur.

A tous les argumens déjà exposés, pour prouver que les chaux métalliques sont réductibles par l'union du gaz inflammable, je n'en ajouterai plus qu'un qui me paroît sans réplique. Si l'on mêle un peu de limaille de fer & une petite quantité d'acide vitriolique avec une dissolution de mercure dans l'acide prussique, l'acide vitriolique dégage sur le-champ le gaz inflammable du fer, & ce gaz s'unissant à la chaux de mercure, la revivifie, & l'acide prussique devient libre comme Schéele l'a découvert (*a*). J'ai répété cette expérience. Considérons maintenant que l'acide prussique ne contient pas d'air déphlogistiqué; mais que c'est un composé d'air fixe, d'air inflammable & d'alkali volatil, intimément combinés, & qu'il n'éprouve ni décomposition, ni altération lorsqu'il est dégagé du mercure; par conséquent, le gaz inflammable n'a point d'action sur lui, mais seulement le dégage par l'affinité supérieure qu'il a avec la chaux de mercure qu'il réduit en même-tems.

(*a*) Traduction françoise de Schéele, p. 162.

REMARQUES
DE M. DE FOURCROY,

SUR LA CALCINATION DES MÉTAUX, LES CHAUX OU OXIDES MÉTALLIQUES, LA FORMATION DE L'ACIDE CARBONIQUE, LA DÉCOMPOSITION DE L'EAU, &c.

LES mots *calcination des métaux* & *chaux métalliques* ont été donnés d'après des obſervations peu exactes, & ne tiennent qu'à d'anciennes erreurs. On a comparé fauſſement l'action du feu & de l'air ſur les métaux, à celle du feu ſur les pierres calcaires, & les réſidus terreux de ces métaux brûlés, à la chaux terreuſe. On s'eſt apperçu, depuis long-tems, de ces erreurs, mais on n'en n'a pas profité pour perfectionner la nomenclature. C'eſt ce que nous avons entrepris de faire en changeant l'expreſſion de *chaux métalliques* en celle d'*oxides métalliques*; & par conſéquent, le mot *calcination des métaux* en celui d'*oxidation des métaux*.

Ces expreſſions nouvelles déſignent, ſuivant l'eſprit dans lequel nous avons fait la nomenclature, une combinaiſon des métaux avec la baſe de l'air vital ou oxigène; & nous penſons

qu'il eſt démontré que la prétendue calcination des métaux n'eſt réellement qu'une combuſtion, ou qu'une union avec l'oxigène; car, malgré ce que dit M. Kirwan, ces deux expreſſions ſont réellement ſynonymes. L'aſſertion que nous préſentons eſt prouvée par les faits ſuivans : 1°. parmi les fluides élaſtiques, il n'y a que l'air vital, qui puiſſe calciner les métaux. 2°. Ils ne le ſont par l'air atmoſphérique qu'en raiſon de la quantité d'air vital qui y eſt contenu; 3°. à meſure qu'ils brûlent, ils abſorbent, fixent & condenſent cet air vital; ce qui prouve que celui-ci abandonne la matière qui le tenoit fondu ou diviſé dans l'état de fluide élaſtique; 4°. ce n'eſt donc que la partie ſolide de l'air vital, ou l'oxigène, qui s'unit aux métaux; 5°. c'eſt pour cela que cette combuſtion eſt accompagnée de chaleur & de lumière, quand elle eſt rapide. 6°. Mais comme le calorique & la lumière ſont des corps ſi légers que nous ne pouvons pas en apprécier le poids par nos inſtrumens, la perte, le dégagement de ces principes ne changent rien au poids dans nos expériences. 7°. Les métaux augmentent donc en peſanteur de la quantité de l'air vital qu'ils fixent pendant leur combuſtion. 8°. Tous les demi-métaux & les métaux imparfaits préſentant abſolument les mêmes phénomènes, lorſqu'on les chauffe avec le

contact de l'air, il n'y a pas de raiſon de croire que la calcination diffère dans chacun d'eux ; leur analogie & celle des effets qu'on y obſerve prouvent, au contraire, que dans tous il ſe paſſe un ſeul & même phénomène. 9°. Dans tous les divers procédés où les métaux ſont calcinés, autrement que par l'air, ils éprouvent abſolument la même modification, ils augmentent de poids, ils perdent l'état métallique, comme par l'action ſimultanée de la chaleur & de l'air.

Tous ces faits poſitifs & ſimples nous conduiſent à ce réſultat. La calcination des métaux eſt dans tous les cas poſſibles, ſoit par l'air, par l'eau, par les acides, &c. une combinaiſon avec l'oxigène, ou une vraie oxidation.

En conſidérant les divers oxides métalliques, nous reconnoiſſons, 1°. qu'ils diffèrent entre eux par la quantité diverſe d'oxigène qu'ils exigent pour être ſaturés. 2°. Que les uns perdent cet oxigène par le ſeul contact de la chaleur & de la lumière, quelquefois même de celle-ci ſeule, ou au moins aidée de très-peu de chaleur. 3°. Que le plus grand nombre ne ſe laiſſe point enlever cet oxigène par ces agens. 4°. Qu'on ne peut tirer aucune induction contraire à notre doctrine de cette différence des oxides métalliques, puiſqu'il faudroit alors objecter de ce que l'acide ſulfurique eſt ſéparé de certains ſels neutres métalliques par

l'action du feu, tandis qu'il ne l'eſt pas des ſulfates alkalins, qu'il exiſte bien dans les premiers, mais qu'il n'exiſte pas dans les ſeconds; la parité de raiſonnement ſeroit parfaite dans l'un & l'autre cas. 5°. Que non-ſeulement l'oxigène eſt abſorbé en doſes différentes par les diverſes ſubſtances métalliques, mais encore qu'il y eſt combiné, privé d'une plus ou moins grande quantité de calorique & de lumière, & que cette doſe fait varier & la fixité de cet oxigène & la facilité de ſon dégagement. (Cette obſervation doit s'accorder avec la peſanteur & la chaleur ſpécifique des oxides métalliques). 6°. Que chaque oxide métallique peut être dans différens états d'oxidation, plus ou moins chargé d'oxigène, depuis la plus petite quantité poſſible, juſqu'à celle qui eſt néceſſaire pour le ſaturer; de ſorte que l'oxidation de chaque métal s'arrête, pour ainſi dire, à diverſes époques; c'eſt ainſi que le plomb s'oxide d'abord en gris, puis en jaune, en rouge, le fer en noir & en brun. 7°. Que les époques d'oxidation où chaque métal s'arrête, dépendent des circonſtances qui favoriſent plus ou moins l'attraction des métaux avec l'oxigène; circonſtances dont la principale eſt une certaine température, ni trop baſſe, ni trop élevée. Ainſi, tel métal n'abſorbe & ne fixe que très-peu d'oxigène atmoſphérique, & ne devient jamais qu'oxide

de telle nature, à une température ordinaire, tandis qu'il en fixe bien davantage, & que son oxidation devient complette, si on l'échauffe fortement; tels sont le zinc, le fer, &c. 8°. Que les dix-sept substances métalliques connues (l'arsénic, le tungstène, le molybdène, le cobalt, le bismuth, le nickel, le manganèse, l'antimoine, le zinc, le mercure, l'étain, le plomb, le fer, le cuivre, l'argent, l'or & le platine,) ont différens degrés d'attraction chimique pour l'oxigène, & qu'on connoît déjà une partie de ces attractions que M. Lavoisier a exposées; ainsi, le manganèse, le zinc, le fer, le cuivre, le mercure, l'argent, l'or, se suivent immédiatement depuis la plus forte jusqu'à la plus foible affinité pour ce corps. 9°. Enfin, que les oxides métalliques ne sont décomposés ou réduits en métaux que par les loix d'attractions que suit l'oxigène: ainsi, la chaleur le sépare de quelques-uns; tel métal l'enlève à tel autre; l'hydrogène ou gaz inflammable l'enlève à la plupart des métaux, & le carbone peut-être à tous.

Tels sont les principes généraux simples & peu nombreux qui constituent notre doctrine; nous osons dire qu'ils sont fondés sur tous les faits de chimie les plus positifs, les mieux connus & appréciés, & qu'ils ne sont que le résultat pur & simple de toutes les expériences réunies sur l'oxidation des

métaux;

métaux; ils ſont applicables à tous les métaux, & aucun d'eux n'exige ni un renverſement de ces principes, ni une théorie particulière. J'ai cru devoir préſenter ici un precis de cette doctrine, afin que les chimiſtes, & M. Kirwan en particulier, connuſſent l'enſemble des faits ſur leſquels elle eſt fondée. Je vais actuellement examiner la théorie de M. Kirwan, & répondre aux objections qu'il nous a faites.

Ce chimiſte penſe, comme Sthal, que les métaux perdent leur phlogiſtique par la *calcination*, & il déſigne ce phlogiſtique comme le gaz inflammable concret. Il admet donc dans ces corps ce que nous appellons l'hydrogène. A meſure qu'on chauffe les métaux, leur hydrogène ſe combine, ſuivant lui, à l'air qui ſe précipite dans ces ſubſtances; cette combinaiſon forme de l'air fixe ou acide carbonique qui s'y fixe, de manière que les chaux métalliques ſont des compoſés des baſes métalliques avec l'air fixe. M. Kirwan penſe que pluſieurs métaux s'uniſſent à l'eau dans leur calcination, ou à d'autres ſubſtances qui les calcinent. Voilà donc, dans cette théorie, au moins trois ſortes différentes de chaux métalliques; & cette complication de théorie n'eſt appuyée d'aucune preuve qui me paroiſſe ſuffiſante pour l'admettre, comme je crois pouvoir l'établir. La réduction des chaux métalliques ne l'eſt

pas davantage ; c'eſt, ſuivant l'auteur, ou la décompoſition de l'air fixe, le tranſport de ſon phlogiſtique ſur la baſe du métal, & la ſéparation de l'air vital, pour les *chaux* qui ſe réduiſent par l'action de la chaleur ſeule ; ou le dégagement de l'air fixe produit par le phlogiſtique ajouté dans les *chaux* qu'on ne réduit que par le charbon, les huiles, &c. ou enfin (car il eſt obligé, malgré ſa répugnance, d'en admettre la poſſibilité dans quelques cas) la décompoſition de l'eau fixée dans quelques chaux. Après avoir nié, dans tout le cours de ſon ouvrage, cette décompoſition, il finit enfin par avouer qu'il eſt abſolument poſſible qu'à un très-grand degré de chaleur, l'eau contenue, ſuivant lui, dans les *chaux* de fer, ſoit décompoſée dans leur réduction. Comme l'auteur avoit admis trois eſpèces générales de *calcination*, il étoit néceſſaire qu'il admît également trois eſpèces de réduction. Mais combien cette complication d'effets, par des cauſes analogues, me paroît éloignée de la ſimplicité de la nature ! Je ne puis même diſſimuler que cette diverſité d'opinions ſur le même phénomène naturel, m'a parue avoir influé ſur la marche des idées de M. Kirwan dans cette ſection de ſon ouvrage : les faits ſur leſquels l'auteur s'appuie n'y ſont pas diſpoſés aſſez méthodiquement, pour qu'on puiſſe en ſaiſir facilement l'enſemble ; &

j'ai été obligé de lire un grand nombre de fois la ſection toute entière, & de la méditer long-tems, pour trouver, entre ſes diverſes parties, un rapprochement, une liaiſon qui fuſſent capables de me guider, & de me faire bien connoître la penſée de l'auteur. Auſſi, je n'examinerai pas ces faits de ſuite & d'après l'ordre de la diſſertation, mais je les diſcuterai en les rapprochant les uns des autres, quelque place qu'ils occupent dans cette ſection de l'ouvrage.

M. Kirwan commence par rappeler les preuves qu'il a expoſées dans les Tranſactions Philoſophiques (1782), ſur l'exiſtence du phlogiſtique. Il veut parler du gaz *inflammable* dégagé pendant la diſſolution de la plupart des métaux, & de leur précipitation à l'état métallique par d'autres métaux, ſans que, dans ce dernier cas, il ſe dégage du gaz *inflammable*. M. Lavoiſier a prouvé, dans les mémoires de 1782, que ce dernier phénomène eſt dû au paſſage de l'oxigène du métal diſſous dans celui qui en prend la place, & tient conſéquemment aux affinités de ce principe; quant au premier, il dépend manifeſtement de la décompoſition de l'eau. M. Kirwan ne conçoit pas comment le fer décompoſe l'eau plutôt que l'acide ſulfurique. Comment l'hydrogène dégagé de l'eau n'enleve pas l'oxigène au ſoufre? Ces phénomènes lui paroiſſent contraires

à la théorie que nous avons établie ; mais il ne prend pas garde que telle affinité qui a lieu entre deux corps, quand ils sont seuls, varie singulièrement par l'addition d'un troisième. Ainsi, le fer & l'hydrogène décomposent cet acide sulfurique, lorsqu'ils agissent seuls & à une haute température sur cet acide ; mais le fer & l'acide sulfurique se trouvant en contact avec l'eau, l'ordre des affinités change tout-à-coup ; celle du fer pour l'oxigène de l'eau, devient plus forte que celle de ce métal pour l'oxigène de l'acide sulfurique, parce que celui-ci en a une très-considérable pour l'eau à laquelle il adhère, & pour l'oxide de fer auquel il tend à s'unir. Ces deux dernières affinités font rester cet acide dans son intégrité ; c'est aussi la raison pour laquelle l'hydrogène de l'eau ne décompose point l'acide sulfurique à la température des dissolutions. D'ailleurs, quand cette modification des affinités n'expliqueroit pas bien le phénomène en question, on répondroit à l'objection de M. Kirwan en prouvant, 1°. que l'acide n'est pas décomposé, puisqu'on le retrouve tout entier ; 2°. que c'est l'eau qui éprouve une décomposition, puisque le métal ne peut pas s'oxider sans la présence de l'oxigène, qu'il enlève à l'eau ; & puisque cet oxigène ne peut pas se séparer de l'eau, que l'hydrogène, autre principe de ce fluide, ne se dégage sous forme de fluide

élaſtique à l'aide du calorique, qui eſt dégagé en même-tems; 3°. que le métal ne peut pas fournir de gaz *inflammable*, puiſqu'il n'en contient pas.

C'eſt ſur ce dernier fait que nous devons le plus inſiſter, car c'eſt celui ſur lequel nous différons le plus de M. Kirwan. Ce phyſicien penſe que les métaux doivent leur état métallique à la partie concreſcible de ce gaz ou hydrogène, qu'il regarde comme le phlogiſtique, & qu'ils ſont des composés de ce principe avec des baſes ou terres particulières. Nous croyons, au contraire, que rien ne prouve que les ſubſtances métalliques contiennent de l'hydrogène, que leur compoſition n'eſt pas connue, parce qu'on ne peut point en ſéparer les principes, & qu'elles ne ſont que ſe combiner avec les différens autres corps naturels, au lieu d'être décompoſées dans toutes les altérations qu'on leur fait ſubir. En un mot, tout nous conduit à croire, dans notre doctrine, que les métaux ſont pour nous comme autant d'êtres ſimples, dont il faut étudier les diverſes attractions. Si nous parvenons à prouver cette aſſertion, toutes celles qui conſtituent notre théorie ſeront prouvées, & conſéquemment la baſe ſur laquelle M. Kirwan a élevé la ſienne, s'écroulera. La diſcuſſion exacte d'un ſeul fait peut terminer cette queſtion; eſt-il une ſeule expérience qui démontre la préſence du gaz inflammable ſolide, phlogiſtique, ou hy-

drogène dans les métaux ? Si les partiſans du phlogiſtique peuvent nous oppoſer un fait de cette nature, leur théorie n'eſt ébranlée qu'en partie ; mais tout ce qu'ils ont fait pour cela depuis quelques années, n'a point décidé la queſtion en leur faveur, & peut, au contraire, ſervir à confirmer notre doctrine. Ce que M. Kirwan a réuni d'expériences & d'obſervations ſur ce point dans la ſection à laquelle nous ajoutons ces remarques, eſt abſolument de ce genre. La diſtillation de l'amalgame de zinc, à la doſe de pluſieurs livres de mercure & de 360 grains de zinc, qui lui a donné quelques pouces cubiques de gaz inflammable, ne peut aſſurément pas être priſe pour une preuve de la préſence de l'hydrogène ou phlogiſtique dans ce métal : car, 1°. puiſque M. Kirwan ne croit pas qu'il ait exiſté de l'eau dans cette amalgame, quelle ſeroit la cauſe de ce dégagement dans des vaiſſeaux fermés, & comment M. Kirwan lui-même l'expliqueroit-il ? 2°. Peut-il compter ſur des indices auſſi légers, pour admettre le phlogiſtique ? 3°. Quelques pouces cubiques de gaz inflammable n'exigent que 3 ou 4 grains d'eau ; & quelle difficulté n'éprouve-t-on pas à deſſécher aſſez complettement pluſieurs livres de mercure, pour enlever les derniers atomes d'eau qui tiennent avec tant de force à ce métal liquide ? Le phyſi-

cien anglois convient lui-même, & dans son ouvrage & dans ses lettres particulières, qu'il est bien difficile d'ôter toute l'humidité du mercure. Les expériences de dom Cassebois sur la courbure de la surface du mercure dans les tubes du baromètre, prouvent que quelques grains d'eau introduits dans un cilindre de ce métal, s'y mêlent, & y adhèrent si intimement, qu'elle cesse d'être apparente, & qu'on n'en reconnoît sûrement la présence qu'à la convexité que prend tout-à-coup la surface de la colonne, qui n'est plane que lorsque le mercure est parfaitement sec. 4°. Nous ne trouvons donc, dans les expériences d'amalgame, qu'un fait entièrement pour nous: car quelques grains d'eau, dans le mercure, suffisent pour oxider une petite portion du zinc, & fournir le peu de gaz hydrogène obtenu. 5°. Une grande preuve de cette vérité, c'est que pour peu que la proportion d'eau augmente, la production de gaz hydrogène augmente dans un rapport exact. 6°. La petite portion d'acide carbonique (air fixe) trouvée dans le gaz dégagé de cet amalgame, confirme encore notre doctrine, car elle ne peut provenir que du carbure de fer (plombagine) reconnu aujourd'hui dans le zinc, & qui constitue la poudre noire séparée de ce métal pendant ses dissolutions; matière dont les chimistes étoient fort embarrassés, avant les nou-

velles découvertes de la présence du carbone (charbon pur) dans quelques métaux.

Comme la décomposition de l'eau par le fer est une des bases principales de notre théorie, M. Kirwan cherche à l'attaquer par le raisonnement; car l'expérience ne peut pas le servir plus que nous dans cette question. Il croit que lorsque l'eau en vapeurs passe à travers un tube de fer rouge dans l'expérience de M. Lavoisier, elle ne fait que dégager le gaz *inflammable* du fer, & se combine avec ce métal. Mais M. Kirwan n'a pas pris garde que cette explication ne peut, en aucune manière, s'accorder avec les faits, puisque 1°. l'augmentation de poids du fer ajoutée au poids du gaz *inflammable* obtenu, répond exactement à la quantité d'eau qui a disparue; 2°. en combinant ce gaz hydrogène avec l'air vital, on trouve qu'il absorbe, en brûlant, un poids de ce dernier, égal à celui que le fer a acquis, & qu'il forme une quantité d'eau égale à celle qui a été employée pour l'oxidation du fer.

M. Kirwan objecte que l'oxigène de l'eau est fixe dans ce liquide, & ne contient pas beaucoup de chaleur; mais quoique l'oxigène soit plus condensé dans l'eau que dans l'air vital, il contient cependant encore une assez grande quantité de calorique, puisqu'il se dégage beaucoup de chaleur de l'eau dans un grand nombre de cas. C'est donc

principalement de l'oxigène liquide de l'eau, que ſe dégage la chaleur qu'on remarque dans le fer humecté, puiſque ce métal, qui s'oxide alors en noir, contient, après cette oxidation, l'oxigène plus condenſé & plus ſolide qu'il n'étoit dans le liquide.

Une ſeconde objection de M. Kirwan porte ſur la différence de cette *chaux* de fer, faite par l'eau de celle qui eſt formée par l'abſorption de l'air. La rouille de fer, dit-il, donne de l'acide carbonique & de l'air vital; le fer noir teſſulaire formé par l'eau, ne donne aucune eſpèce d'air. Cette objection tourne véritablement à l'avantage de notre doctrine; car l'oxide de fer noir, eſpèce d'*éthiops ſolide*, dans lequel l'eau convertit le fer, n'eſt pas ſaturé de tout l'oxigène que ce métal peut abſorber. Le métal y adhère beaucoup à la portion d'oxigène qu'il contient; la chaleur ne peut pas l'en dégager; il a plus de tendance pour abſorber de nouvel oxigène, que de facilité à en donner. On n'en retire point d'acide carbonique, parce qu'il n'en contient pas.

M. Kirwan nous oppoſe encore une belle expérience de M. Prieſtley, qu'il ne nous ſera pas difficile d'appliquer, avec avantage, à notre doctrine. M. Prieſtley a chauffé, à l'aide du verre ardent, un morceau de fer dans l'air vital, tiré

du *précipité per se*; l'air diminua, fut absorbé par le fer, qui se changea en *scorie* & qui augmenta de poids en proportion de l'air absorbé : ayant ensuite échauffé cette scorie dans du gaz *inflammable*, il y eut de l'eau formée, & le fer reprit son *état métallique*. Nous observons d'abord que l'expression des poids indiquée par M. Kirwan, n'est pas parfaitement exacte, puisqu'il se sert toujours des mots *à peu-près*. 1°. Il est évident que le fer a dû augmenter très-exactement de la quantité d'air vital fixé dans son oxidation. 2°. Le gaz hydrogène a absorbé une partie de cet oxigène, avec lequel il a formé l'eau obtenue par M. Priestley. 3°. Le fer n'est pas revenu à son état métallique pur, & n'a pas repris son premier poids. Mais comment, dit M. Kirwan, le gaz *inflammable* peut-il réduire le fer ou lui enlever l'oxigène, puisque, au contraire, suivant la table d'affinités de M. Lavoisier, le fer a plus d'affinité avec l'oxigène que n'en a la base du gaz *inflammable*, & puisque c'est en raison de cette plus grande affinité qu'il décompose l'eau. Si ce qui paroît au premier coup d'œil une très-forte objection, devient, quand on l'examine avec attention, une nouvelle preuve confirmative de la doctrine que nous soutenons, on ne pourra, je pense, disconvenir de tous les avantages de cette doctrine sur celles qui l'ont précédée. Or, telle

eſt exactement la queſtion que nous agitons ici; comme je vais le faire voir.

Il eſt très-vrai que le fer décompoſe l'eau, en raiſon de ſon affinité pour l'oxigène, plus grande que celle qui unit celui-ci à l'hydrogène; mais il ne l'eſt pas moins que cette affinité a un terme: en effet, le fer en contact avec l'eau même, à la plus haute température, ne s'oxide jamais qu'en noir; il n'enlève d'oxigène à ce liquide que ce qu'il lui en faut pour être *fer ſpéculaire*, noir, brillant, caſſant, fuſible, criſtalliſable, ou *éthiops martial* quand il eſt réduit en poudre; tant que cet oxide ne touche que de l'eau, & n'a le contact ni de l'air, ni des acides, ni d'autres oxides métalliques, il reſte conſtamment dans cet état; & l'on ſait qu'il n'eſt pas ſaturé d'oxigène, puiſqu'il n'en contient alors que de 28 à 30 livres par quintal, tandis que par d'autres procédés, il peut en abſorber une beaucoup plus grande quantité. C'eſt ce point d'oxidation du fer par l'eau, que nous appelons terme de l'affinité de ce métal pour l'oxigène, par rapport à l'adhérence de celui-ci pour l'hydrogène. Or, le fer n'enlève d'oxigène à l'hydrogène que juſqu'à ce degré; alors, ſa force d'affinité pour l'oxigène cède à celle qui tient réunis l'hydrogène & l'oxigène, & le fer ne décompſe plus d'eau; c'eſt pour cela que lorſque l'intérieur du canon de fuſil où l'on

a fait paſſer de l'eau eſt converti juſqu'à une certaine épaiſſeur en oxide noir, l'eau n'y éprouve plus d'altération; c'eſt pour cela auſſi que dans la préparation de l'*ethiops martial* de Lemery, ſi l'on a ſoin de priver le fer & l'eau du contact de l'air, le métal reſte en poudre noire au fond du fluide; c'eſt pour cela, enfin, que cet oxide noir, ou *éthiops martial*, ſe diſſout dans les acides ſulfurique & muriatique, preſque ſans efferveſcence & ſans donner de gaz hydrogène. Il ne ſera pas moins aiſé de concevoir, d'après cette explication primitive, pourquoi le gaz hydrogène réduit ou revivifie les oxides de fer, en faiſant remarquer que cette réduction n'a lieu que dans ces oxides plus avancés dans leur oxidation que le fer noir ou en *éthiops*, & qu'elle s'arrête au moment où les oxides de fer ſont ramenés à l'état d'*éthiops*. C'eſt ainſi que les oxides bruns, rouges, jaunes & blancs de fer, abſorbent le gaz hydrogène, ſe foncent en couleur, & ſe convertiſſent en poudre noire, attirable à l'aimant, qui n'eſt point encore du fer pur, mais ce que nous nommons l'*oxide noir* de ce métal. L'hydrogène n'enlève aux oxides de fer que la quantité d'oxigène qu'ils contiennent au-delà de leur oxidation en noir, parce que cette quantité a plus d'affinité avec l'hydrogène qu'avec le fer; mais quand la réduction eſt arrivée à ce point, elle s'arrête: la dernière portion

d'oxigène que contient le fer, y eſt plus adhérente, qu'elle ne tend à s'unir à l'hydrogène ; il n'y a parmi les corps connus que le manganèſe, le zinc & le carbone qui puiſſent enlever cette dernière portion d'oxigène au fer, & encore faut-il, pour cela, une température très élevée, comme le prouve l'art de fondre & d'affiner le fer. Dans l'expérience de M. Prieſtley, le fer a été oxidé par l'air vital au-delà de ſon oxide noir ; le gaz hydrogène a été abſorbé par cet oxide, & il s'eſt formé de l'eau en proportion de la quantité d'oxigène contenue dans le métal, au-deſſus de ſon état d'oxide noir, & le volume du gaz abſorbé a dû ſe réduire beaucoup, puiſqu'on ſait qu'il faut, en poids, pour ſaturer l'oxigène, près d'un ſixième de gaz hydrogène, qui a 14 de légèreté ſpécifique ſur l'air vital. Auſſi croyons-nous, comme les expreſſions employées par M. Prieſtley nous autoriſent à le penſer, qu'après la réduction de cette ſcorie de fer, il y avoit un peu plus de ce métal en poids qu'il n'en avoit d'abord pris pour ſe calciner dans l'air vital. Cet excès de peſanteur, après la réduction, répond à la quantité d'oxigène néceſſaire au fer, pour le mettre dans l'état d'oxide noir ou d'*éthiops* ; ſi l'on veut une nouvelle preuve de la théorie des affinités des métaux avec l'oxigène, relative à celle de l'hydrogène pour le même principe oxidant ou acidi-

fiant, nous pourrons rappeller ici le fait remarquable des oxides de plomb, de bismuth, qui absorbent fortement l'hydrogène du gaz *inflammable*, & qui se réduisent complettement, parce qu'ils ne sont pas susceptibles de décomposer l'eau quand ils sont seuls; tandis que le zinc, qui cette dernière propriété dans un degré très-marqué, donne un oxide dont la blancheur n'est en aucune manière, altérée, & qui ne se réduit point du tout par le contact du gaz hydrogène. C'est pour cela que cet oxide blanc de zinc doit être préféré, pour la peinture, à celui de plomb, dont il n'a pas d'ailleurs les dangereux effets, comme l'a proposé M. de Morveau.

J'espère donc avoir établi sur des bases assez solides, que la réduction partielle d'un oxide de fer par le gaz hydrogène, n'est pas contraire aux affinités qui opèrent la décomposition de l'eau. L'objection de M. Kirwan, qui suit celle-ci, & qui porte sur la décomposition de l'eau par le charbon, & sur l'acide carbonique qui en provient, n'a pas une valeur plus réelle que la précédente, comme M. Lavoisier le démontre dans une note qui suit ces remarques.

M. Kirwan spécifie les circonstances où les oxides métalliques contiennent de l'acide carbonique, & celles où ils contiennent de l'eau. Ceux qui sont formés par une chaleur lente, &

ſans rougir, ſont, ſuivant lui, dans le premier cas; & ceux qu'on a préparés à une haute température, dans le ſecond. Mais outre ce que nous avons déjà dit au commencement de ces remarques contre ce double état des oxides métalliques qui n'eſt prouvé, d'ailleurs, par aucune expérience directe, il y a, dans cette opinion, une difficulté inſurmontable; c'eſt que M. Kirwan n'a jamais converti le gaz hydrogène ou inflammable à volonté en acide carbonique ou en eau, ſuivant les diverſes températures employées pour leur combuſtion. De quelque manière que la combinaiſon s'opère entre ces deux corps, il n'en réſulte jamais que de l'eau : ſi dans preſque tous les cas on obtient un peu d'acide carbonique de cette combuſtion, la quantité de cet acide formé eſt peu conſidérable, & toujours relative à celle du carbone contenu dans le gaz, & provenant du fer ou du zinc qui ont ſervi à extraire l'hydrogène de l'eau. On ſait, d'ailleurs, avec quelle facilité le gaz hydrogène diſſout du charbon, quelle condenſation il éprouve, & quelle peſanteur ſpécifique il acquiert. Enfin, cette diſſolution de carbone dans le gaz hydrogène, qui eſt ſi fréquente qu'on n'a jamais ce gaz parfaitement pur, paroît être la cauſe de l'odeur forte & fétide que tout le monde connoît dans ce gaz. Rien ne prouve donc que l'acide carbonique ou l'air

fixe ſoit formé par la combinaiſon de l'air vital ou de l'oxigène, avec la baſe du gaz inflammable ou l'hydrogène ; tous les faits, au contraire, ne permettent pas de douter que cette combinaiſon ne donne jamais que de l'eau, & c'eſt une hypothèſe abſolument dénuée de preuves, que d'admettre, d'après cela, la formation de l'acide carbonique & ſon union dans l'oxidation des métaux. Si le *minium* & les oxides de plomb, en général, donnent cet acide par l'action du feu, c'eſt qu'ils en ont abſorbé par le contact de l'air, comme le prouve la quantité de cet acide d'autant plus grande, que ces oxides ont été plus long-tems expoſés à l'atmoſphère ; cela arrive de même aux oxides de fer & au précipité *per ſe*, ou oxide de mercure rouge, faits par l'air. Ce dernier change de couleur & devient brun à meſure qu'il abſorbe l'acide carbonique, comme l'a prouvé M. le Blanc, dans un mémoire lu à l'académie.

M. Kirwan, pour prouver la différence qu'il admet entre ces deux claſſes d'oxides ou de *chaux* métalliques, obſerve que l'acide muriatique diſtillé ſur le *minium* & le précipité *per ſe*, dans leſquels il admet de l'air fixe, devient *déphlogiſtiqué* en abſorbant cet air fixe ; & qu'il ne change point lorſqu'on le diſtille ſur les *chaux* de zinc, d'antimoine, de fer. Mais M. Berthollet
a

a prouvé que l'acide muriatique oxigèné ne contient point d'*air fixe*, & qu'il n'eſt, comme le nom que nous lui avons donné l'exprime, qu'une combinaiſon d'acide muriatique & d'oxigène; nous ne voyons donc entre les oxides métalliques qui oxigènent cet acide & ceux qui ne l'altèrent point ainſi, d'autre différence que l'adhérence diverſe de l'oxigène, & les différens degrés d'affinité de ce principe pour les métaux. C'eſt une règle, à ce qu'il paroît, générale, que ceux des métaux auxquels l'oxigène n'adhère pas beaucoup, & dont on peut le ſéparer en tout ou en partie par la lumière & la chaleur, & par la plupart des autres matières métalliques, cèdent facilement ce principe à l'acide muriatique, tandis que les métaux qui retiennent fortement l'oxigène, ne le laiſſent point enlever par cet acide.

M. Kirwan n'eſt pas plus heureux dans les autres faits qu'il raſſemble pour prouver que les oxides métalliques faits par une chaleur douce, ne contiennent que de l'air fixe. L'acide carbonique que M. Hermſtad a obtenu de l'oxide de manganèſe diſtillé avec le fer, ne vient que de celui que cet oxide abſorbe de l'atmoſphère, ou du charbon contenu dans le fer qui brûle à l'aide de l'oxigène dégagé du manganèſe. Si le *précipité rouge*, traité de même avec le fer, tantôt donne des doſes variées de cet acide, tantôt n'en donne

pas du tout, cela dépend de l'état de l'oxide de mercure plus ou moins oxidé, récemment fait ou exposé à l'air, contenant de l'acide nitreux ou en ayant été entièrement privé ; enfin de la nature du fer, qui retient plus ou moins de charbon. Les mêmes obſervations ſur l'état du *précipité rouge*, expliquent pourquoi cet oxide chauffé avec le biſmuth a fourni de l'acide carbonique, qui y étoit tout contenu. Si M. Kirwan veut bien réfléchir ſur les expériences qu'il a faites, il reconnoîtra bientôt que la plupart ſont entièrement à l'avantage de notre doctrine. Le *précipité rouge* & le plomb chauffés enſemble, n'ont point donné d'air, parce que le plomb n'a fait qu'abſorber l'oxigène du mercure. Si le zinc & l'étain ſe ſont enflammés dans leur diſtillation avec le même oxide mercuriel, & n'ont point donné de fluide élaſtique, n'eſt-il pas clair 1°. que ces deux métaux n'ont fait qu'enlever l'oxigène au mercure ? 2°. Qu'en ſe combinant avec ce principe, ils l'ont condenſé, & en ont ſéparé plus de calorique & de lumière que ce dernier métal, & que telle eſt la raiſon pour laquelle ils ſe ſont enflammés. Le cuivre n'a fait qu'abſorber l'oxigène du mercure, & réduire ce métal. Le plomb agité avec l'eau, & dans un certain volume d'air atmoſphérique, a donné à M. Kirwan une quantité aſſez notable d'acide

carbonique ; mais en conclure que l'eau s'unit au phlogistique du métal, pour former cet acide, c'est avancer une hypothèse qui n'est, en aucune manière, d'accord avec les expériences ; il est bien plus vraisemblable que cet acide carbonique provenoit de l'eau ou de l'air, & peut-être de carbone contenu dans le plomb ; car, quoiqu'on ne l'ait point encore trouvé dans ce métal, il ne seroit point impossible que, fondu au milieu des charbons, il n'eût absorbé une partie de leur matière combustible (*a*).

(*a*) *Note de M. Berthollet.*

Depuis la rédaction de ces remarques par M. de Fourcroy, j'ai répété, avec soin, l'expérience sur l'oxidation du plomb par l'intermède de l'eau, expérience que décrit M. Kirwan. La seule différence qui mérite d'être remarquée dans le procédé que j'ai suivi, c'est qu'au lieu de faire évaporer à l'air libre l'eau qui avoit été nécessaire pour dégager le plomb de la bouteille où il avoit été enfermé, je l'ai distillée dans une petite cornue dont elle a, par conséquent, chassé tout l'air, en se réduisant en vapeurs. Le plomb qui étoit, pour la plus grande partie, réduit en oxide, n'est pas devenu bleu, comme dans l'expérience de M. Kirwan ; mais il a pris un œil rougeâtre, & il ne s'en est dégagé aucun gaz. J'ai répété la même expérience sur la litharge, & il ne s'en est également dégagé aucun gaz : elle avoit été préparée nouvellement.

Ce n'eſt plus un problême que la facilité & la promptitude avec laquelle les métaux s'oxident quand ils ſont diviſés par le mercure; mais ſi les oxides de zinc & de plomb préparés par l'amalgame agitée dans l'eau, ont donné de l'acide carbonique, cela dépend, ſans doute, des cauſes indiquées ci-deſſus.

En inſiſtant ſur toutes ces expériences, M. Kirwan veut non-ſeulement prouver que les oxides métalliques contiennent ou de l'eau ou de l'acide carbonique, mais il a encore l'intention de démontrer que cet acide eſt compoſé d'oxigène & d'hydrogène; c'eſt-à-dire, d'air déphlogiſtiqué & de la baſe du gaz *inflammable*, qu'il ſubſtitue, comme on fait, au phlogiſtique de Sthal. Il s'ap-

---

Mes expériences ſont entièrement d'accord avec celles de M. Gren, Profeſſeur de Halle, qui n'a point retiré de gaz, en ſoumettant, à une forte chaleur, un oxide de plomb qu'il avoit préparé lui-même (*a*).

M. Gren décrit un grand nombre d'expériences dont les réſultats ſont oppoſés à ceux de M. Kirwan. Je me contenterai de traduire ce paſſage qui rappèle les principaux. *Mes eſſais prouvent évidemment que l'air fixe n'eſt produit ni par la combuſtion du phoſphore, ni par celle du ſoufre, ni par celle du gaz inflammable métallique, ni par la décompoſition de l'air commun & du gaz nitreux, ni par la calcination des métaux, ni par l'amalgamation du plomb.*

(*a*) Beytrage zu der chemiſcen, annalen. 1787.

puie d'abord d'une expérience de M. Hermſtadt, qui ayant privé de l'oxide de manganèſe de l'air vital qu'il pouvoit donner à une forte chaleur, fit rougir enſuite cet oxide dans un tube de terre, & paſſer à travers de l'acide carbonique, huit fois de ſuite. Cet air, dit-il, devient ſi pur, qu'il pouvoit entretenir la combuſtion; mais comme il n'y a, dans le récit de cette expérience, ni détermination de la nature préciſe de cet air par l'eudiomètre, ni l'indication de ſa quantité, nous ne pouvons y voir que l'abſorption de l'acide carbonique par le manganèſe, ou l'eau à travers laquelle il a paſſé, & le dégagement d'une nouvelle quantité d'air vital du demi-métal, peut-être même l'air ordinaire contenu dans l'eau & chaſſé de ce liquide par l'acide carbonique qui en aura pris la place.

Quant à l'altération de cet acide par l'étincelle électrique obſervée & décrite par M. Monge, dont M. Kirwan tire une induction favorable à ſa théorie, notre confrère s'eſt expliqué lui-même ſur ce fait.

Toutes les expériences relatives à la formation de l'acide carbonique, prouvent qu'il exiſte du carbone par-tout où cet acide ſe forme. L'oxidation des métaux n'en produit que lorſque ceux-ci contiennent du carbone de fer ou de la *plombagine*, comme le fer & le zinc. Il ſe dégage certaine-

ment du carbone en vapeurs des poumons, & cela ne doit point étonner les physiciens qui savent aujourd'hui que ce corps très-fixe, lorsqu'il est sec & isolé, se dissout complettement & facilement dans plusieurs fluides élastiques, l'air vital, le gaz hydrogène, & même le gaz azotique des substances animales, comme je l'ai trouvé dans mes recherches sur ce gaz.

Une des expériences sur laquelle M. Kirwan fonde son opinion sur la nature de l'air fixe ou acide carbonique, qu'il regarde comme un composé d'hydrogène ou phlogistique, & d'oxigène ou air vital, & qui ne diffère de l'eau, suivant lui, qu'en ce qu'il contient plus d'hydrogène; c'est celle de M. Priestley, par laquelle ce physicien, en faisant passer de l'air sur du charbon, dans un tube de terre rouge, a obtenu beaucoup d'*air inflammable*, avec de l'*air fixe*; & en brûlant cet air inflammable avec un volume égal d'air *déphlogistiqué*, a eu de l'*air fixe*, en quantité plus grande que celle de l'air inflammable employé; mais ce résultat ne lui est pas favorable : car comment, dans sa théorie, l'air changeroit-il le charbon en air inflammable ? Il est bien plus démontré que c'est à la décomposition de l'eau dissoute dans cet air, qu'est dû le gaz *inflammable* & l'acide carbonique obtenus; & que ce gaz *inflammable* tenant beaucoup de carbone

en diſſolution, a fourni beaucoup d'acide carbonique, & peu d'eau, par ſa combuſtion avec l'air vital. D'ailleurs, ne perdons pas de vue, 1°. que perſonne n'a changé tout le charbon en gaz inflammable, comme cela ſeroit néceſſaire dans la théorie de M. Kirwan; 2°. que le gaz inflammable ou hydrogène pur ne donne que de l'eau pure par ſa combinaiſon avec l'oxigène; 3°. qu'il faut abſolument du charbon pour la formation de l'acide carbonique ou air fixe; 4°. que lorſqu'on brûle du gaz hydrogène tenant beaucoup de carbone en diſſolution, comme celui qui s'eſt dégagé dans l'expérience de M. Prieſtley, il faut une beaucoup plus grande quantité d'air vital qu'il n'en faudroit pour brûler un égal volume de gaz hydrogène pur, & qu'on obtient par cette combuſtion un mélange d'eau & d'acide carbonique relatif aux quantités d'hydrogène & de carbone qui le forment. Ces faits poſitifs détruiſent abſolument la théorie de M. Kirwan, & s'accordent parfaitement avec notre doctrine.

Il eſt difficile de concevoir comment M. Kirwan croit attaquer notre doctrine ſur la réduction des oxides métalliques par le carbone, en vertu de la forte affinité de ce dernier pour l'oxigène, en ſuppoſant que l'acide oxalique ou du ſucre, réduiroit les oxides à une forte chaleur, quoique, dit-il, cet acide ne contienne point

de charbon, & ne puiſſe être réduit en charbon. Mais nous répondons, 1°. qu'il n'a point opéré cette réduction; 2°. qu'en la ſuppoſant exiſtante & prouvée, elle ſeroit due ou à l'hydrogène qui exiſte bien réellement dans cet acide, & qui enlève l'oxigène aux oxides, ou au carbone que cet acide contient bien certainement, puiſque, quand on le décompoſe par la chaleur, on obtient de l'acide carbonique formé par l'union ſimple de l'oxigène & du carbone, & du gaz hydrogène tenant du carbone en diſſolution. Nous avons fait voir, dans la remarque ajoutée à la ſection précédente, que l'acide oxalique étoit une combinaiſon d'hydrogène, de carbone & d'oxigène dans des proportions encore indéterminées, qu'il ne différoit que par ces proportions des autres acides végétaux, & que ſi le rapport des proportions varie par quelque circonſtance, la combinaiſon de cet acide eſt promptement altérée.



SECTION X.

De la dissolution des Métaux.

L'opinion générale des chimiſtes depuis le commencement du ſiècle, a toujours été que la diſſolution des métaux provenoit de leur affinité avec les menſtrues qui les diſſolvent. Cependant, comme ils ont auſſi une forte affinité avec le phlogiſtique, & qu'il faut leur en enlever une portion pour qu'ils puiſſent être diſſous, j'ai cru néceſſaire de donner une explication plus détaillée de ce phénomène dans un mémoire imprimé dans les Tranſactions Philoſophiques de 1784. Mais alors, la conſtitution des acides m'étoit inconnue (je n'avois pas encore acquis les connoiſſances que les écrits de MM. Lavoïſier & Berthollet m'ont procurées) : je négligeai de faire mention que l'acide nitreux étoit toujours, en partie, décompoſé quand il diſſout les métaux, que ſon air fixe & une partie de l'acide non décompoſé s'uniſſent au métal, tandis que l'autre portion de l'acide non décompoſé, c'eſt à-dire, ſa baſe, s'unit au phlogiſtique du métal, forme le gaz nitreux, dont une partie ſe dégage, & l'autre eſt retenue dans la liqueur. L'acide vi-

triolique, au contraire, eſt quelquefois décompoſé en partie, & quelquefois il ne l'eſt pas, ſelon la proportion d'eau qu'il contient; s'il eſt concentré & chauffé, ſon air fixe & une portion de l'acide qui n'eſt pas décompoſé, s'uniſſent à la ſubſtance métallique, tandis que ſa baſe s'unit au phlogiſtique du métal, & forme le ſoufre; ou cet acide ne ſe décompoſe qu'en partie, ſa baſe retient une portion de ſon air fixe, s'unit, en partie, au phlogiſtique du métal, & formant ainſi du gaz vitriolique qui tient du ſoufre en diſſolution, une partie de cet air s'échappera, & l'autre reſtera dans la liqueur.

Mais ſi l'acide vitriolique eſt étendu d'eau, il ne s'unira pas au phlogiſtique, & par conſéquent il ne ſera pas décompoſé; mais il dégagera le phlogiſtique ſous la forme de gaz inflammable, & il s'unira au métal. Les acides phoſphorique & arſénical ſont de même ſuſceptibles de phlogiſtication, mais l'acide marin & les acides végétaux ne le ſont point autant que je ſache.

Les anti-phlogiſticiens penſent que les métaux ſont ſolubles dans les acides, purement à cauſe de leur affinité avec le principe oxigène (*a*) dont ils ſe ſaturent pendant la diſſolution. Par conſéquent, d'après eux, tous les acides ſont dé-

(*a*) Mémoires de Paris, ann. 1782, p. 491.

composés dans les dissolutions métalliques, ou au moins ils déterminent la décomposition de l'eau. J'ai déjà démontré que cette supposition étoit destituée de fondement.

Si les métaux deviennent solubles par saturation avec le principe oxigène, je demande :

1°. Pourquoi les chaux saturées d'oxigène ne sont pas solubles dans l'eau, ni même dans l'acide vitriolique ?

2°. Pourquoi les chaux de fer, d'étain, de régule, d'antimoine saturées d'oxigène, sont insolubles dans l'acide nitreux, tandis qu'elles sont solubles dans cet acide, lorsqu'elles ne sont pas saturées, & que les chaux de plomb, d'argent & de mercure sont solubles dans cet acide, lorsqu'elles sont saturées de ce principe ? Ces différences n'indiquent-elles pas une autre affinité, outre celle du principe oxigène ?

3°. Pourquoi les chaux de fer se dissolvent-elles plus aisément dans l'acide marin que dans l'acide nitreux, même lorsqu'elles ne sont pas saturées ?

4°. Pourquoi la plupart des chaux métalliques se dissolvent-elles plus aisément dans les acides végétaux que leurs métaux respectifs ?

5°. Pourquoi une dissolution de fer dans l'acide vitriolique étendu d'eau, est-elle décomposée lorsqu'on l'expose à l'air ? & pourquoi un excès d'acide

rediſſout-il la chaux, ou empêche-t-il ſa précipitation ?

6°. Pourquoi une diſſolution de zinc dans l'acide vitriolique étendu d'eau, n'eſt-elle pas ſi aiſément décompoſée par ſon expoſition à l'air ?

7°. Pourquoi une diſſolution de fer dans l'acide marin n'eſt-elle pas aiſément décompoſée par ſon expoſition à l'air ?

8°. Pourquoi le régule d'antimoine décompoſe-t-il totalement l'acide nitreux, tandis que le cuivre, qui a une plus grande affinité avec le principe oxigène, ne le décompoſe pas totalement ?

9°. Comment ſe fait-il que les chaux d'or ſoient ſolubles dans l'acide nitreux, & que les chaux de fer ne le ſoient pas ? Tous ces phénomènes ne prouvent-ils pas qu'il intervient une autre affinité indépendante de celle des métaux avec le principe oxigène ?

10°. Le cuivre, le plomb, le zinc, ſe diſſolvent dans l'alkali fixe cauſtique, & le cuivre dans l'alkali volatil cauſtique ; où prennent-ils le principe oxigène ?

11°. Puiſque le zinc & le fer ne ſont ſolubles qu'à l'aide de la chaleur dans l'acide vitriolique concentré, & qu'ils ſont ſolubles dans l'acide vitriolique étendu d'eau ſans le ſecours de la chaleur, les anti-phlogiſticiens doivent dire que

le zinc & le fer enlèvent l'oxigène du soufre seulement par le secours de la chaleur, mais qu'ils peuvent l'enlever au principe inflammable sans le secours de la chaleur; cependant, suivant leur doctrine, le principe oxigène a une plus grande affinité avec le principe inflammable qu'avec le soufre; comment cela peut-il s'accorder?



REMARQUES

SUR LA SECTION X,

DE LA DISSOLUTION DES MÉTAUX.

Par M. DE FOURCROY.

LA ſection X, où M. Kirwan traite de la diſſolution des métaux dans les acides, eſt une des plus courtes, parce que l'auteur a déjà parlé de ce phénomène dans divers endroits de ſon ouvrage, & parce qu'il ſe ſeroit immanquablement répété. Les mêmes raiſons nous obligent d'être beaucoup plus précis dans ces remarques, que dans pluſieurs des précédentes.

Comme M. Kirwan n'a pas rendu un compte aſſez détaillé ni aſſez clair de notre doctrine ſur ce point, nous en expoſerons ici les principales baſes relatives à la diſſolution des métaux dans les acides.

1°. Les métaux ne peuvent s'unir aux acides qu'après avoir été oxidés, ou combinés avec l'oxigène.

2°. Il faut que les métaux contiennent des quantités déterminées d'oxigène pour ſe combiner aux acides; en deçà de ce terme d'oxidation,

ils ne s'y uniſſent que difficilement; au-delà, ils s'en ſéparent plus ou moins facilement.

3°. Ce degré déterminé d'oxidation pour les degrés de diſſolubilité, eſt non-ſeulement différent dans les différens métaux pour le même acide; mais il l'eſt encore pour chaque métal en particulier dans les diverſes ſortes d'acides. Le degré d'oxidation néceſſaire à chaque métal, pour s'unir avec chaque acide, n'eſt encore connu que pour quelques cas; mais ce qu'on en ſait, ſuffit pour faire ranger l'aſſertion que nous venons de préſenter parmi les axiomes chimiques.

4°. Dans toute diſſolution métallique par un acide, le métal, pour s'oxider, décompoſe l'acide lui-même, ou l'eau qui le tient étendu, ou enlève à l'atmoſphère l'oxigène dont il a beſoin. Dans le ſecond cas, c'eſt du gaz hydrogène plus ou moins pur qui ſe dégage, & l'acide reſte en entier ſans décompoſition; ce qui eſt prouvé par la quantité d'alkali néceſſaire pour le ſaturer. Dans le premier cas, il ſe dégage un des principes de l'acide, ou l'acide privé d'une partie de ſon oxigène, & fondu dans le calorique, qui ſe ſépare en même-tems; tels ſont le gaz nitreux & le gaz acide ſulfureux. Dans le troiſième cas, ni l'eau ni l'acide ne ſont altérés; telle eſt la diſſolution du cuivre par l'acide acéteux.

5°. L'acide muriatique & les acides végétaux

formés de radicaux ou principes acidifiables, qui ont plus d'affinité avec l'oxigène que n'en ont les métaux, ne sont point décomposés par ces métaux, & c'est toujours l'eau ou l'atmosphère qui donne de l'oxigène à ces derniers. Aussi, les dissolutions par ces acides ne fournissent-elles jamais que du gaz hydrogène, ou ne présentent-elles point d'effervescence.

6°. Ces derniers acides facilitent tellement la décomposition de l'eau par les métaux, ou augmentent tellement leur affinité pour l'oxigène, que ceux des métaux qui, seuls, ne décomposeroient pas ce liquide même à une très-haute température, en deviennent susceptibles, comme l'étain, le cuivre, &c.

7°. Il est quelque cas où l'eau & l'acide sont en même-tems décomposés par le métal, comme cela a lieu dans la dissolution d'étain par l'acide nitrique, suivant l'observation de M. de Morveau. L'étain est si avide d'oxigène & en demande tant pour se saturer, qu'après avoir absorbé celui de l'acide nitrique & l'avoir réduit à l'état d'azote, il décompose encore l'eau, & en dégage l'hydrogène. Ces deux principes séparés de leurs premiers composés, s'unissent ensemble, & forment tout à-coup de l'ammoniaque. Aussi n'y a-t-il pas dégagement sensible de fluide élastique. Dans ce cas, il paroît que la formation de l'am-

moniaque

moniaque dans la diſſolution d'étain par l'acide nitro-muriatique, a toujours lieu, car, en jettant dans cette diſſolution de la chaux vive, ou un alkali fixe fixe cauſtique, il ſe dégage toujours de l'ammoniaque.

9°. Il réſulte de tout ce qui a été expoſé jusqu'ici que dans toute diſſolution métallique où l'acide eſt décompoſé, il faut deux doſes de ce ſel, & l'eſprit en conçoit la néceſſité; 1°, celle dont la décompoſition fournit l'oxigène au métal; 2°, celle qui diſſout ce métal oxidé.

10°. Si, d'après cela, l'on ne donne à un métal que la quantité d'acide néceſſaire pour ſon oxidation, il ne ſera qu'oxidé & non diſſous. C'eſt ainſi que quelques gouttes d'acide nitrique concentré jettées ſur de l'étain, de l'antimoine, du biſmuth, & même du zinc, réduiſent promptement ces métaux en oxides blancs, ſecs & pulvérulens.

11°. C'eſt d'après la diſtinction exacte de ces deux doſes d'acide, qu'on conçoit pourquoi un métal, quoique très-avide d'oxigène, ne décompoſe point aſſez de cet acide, & ne lui enlève point aſſez d'oxigène pour s'en ſaturer complettement; car, trop chargé de ce principe, il ne s'uniroit point à la portion non décompoſée de l'acide, & il n'y auroit pas de diſſolution; mais au lieu de ſe ſaturer ainſi, à meſure que le mé-

tal arrive au point d'oxidation déterminé, l'acide le diſſout, & le métal ne le décompoſe pas au-delà, parce que ſon affinité pour cet acide eſt alors plus forte que pour une plus grande doſe d'oxigène.

12°. Des circonſtances variées & ſur-tout une haute température, changent ces attractions; elles augmentent celle du métal pour l'oxigène, & en favoriſant ſa ſaturation par ce principe, ou elles l'empêchent de s'unir à l'acide, ou elles en opèrent la ſéparation. Le premier effet a lieu dans les mêlanges d'acides & de métaux dont on accélère l'action par une forte température. On obſerve le ſecond dans la plupart des diſſolutions métalliques qu'on chauffe trop fortement.

13°. La plupart des diſſolutions métalliques qu'on laiſſe expoſées à l'air en abſorbent plus ou moins promptement de l'oxigène, & les métaux qu'elles contiennent s'oxidant plus qu'ils ne le ſont, ſe ſéparent & ſe précipitent; de ſorte qu'il n'y a pas une ſeule de ces diſſolutions qui reſte dans le même état par l'expoſition à l'air, & qu'on puiſſe regarder comme abſolument permanente.

14°. Puiſque les métaux ne peuvent reſter unis aux acides que dans l'état d'oxides à un degré déterminé, on conçoit facilement qu'en plongeant dans une diſſolution métallique un métal qui a plus d'affinité avec l'oxigène que n'en a celui qui eſt diſſous, le premier doit

enlever à celui-ci ſon oxigène, prendre ſa place dans l'acide, & laiſſer dépoſer le ſecond ſous une forme plus ou moins métallique, ſuivant qu'il lui enlève plus ou moins d'oxigène. Telle eſt la raiſon de la précipitation de l'argent par le cuivre, du cuivre par le fer, &c.

Que l'on compare actuellement cette théorie ſimple, & qui n'eſt que le réſultat des faits, avec les explications compliquées que M. Kirwan donne des diſſolutions métalliques, on reconnoîtra bientôt l'opinion qui ſe rapproche le plus de la vérité. Cette comparaiſon, faite avec la réſerve & la circonſpection qu'il eſt néceſſaire de mettre dans des objets de cette nature, me paroît tellement à l'avantage de notre doctrine, qu'il n'y a preſque aucun fait relatif aux diſſolutions métalliques qui ne puiſſe s'expliquer facilement & clairement par ſon moyen. Pour en fournir des preuves auxquelles M. Kirwan lui-même ne puiſſe ſe refuſer, car il n'a certainement à cœur que la recherche de la vérité, je vais faire voir, 1°. que la plupart des objections qu'il préſente ſous forme de queſtions dans cette partie de ſon ouvrage, peuvent être détruites par une connoiſſance approfondie des principes qui ont été poſés (*a*) : 2°. que celles qui ne le ſont pas par

(*a*) Les numéros qui ſuivent répondent à ceux des queſtions poſées par M. Kirwan; on ſuppoſera celles-ci

ces principes, sont des vérités de fait, qu'on ne peut expliquer dans aucune théorie.

1°. Les oxides saturés d'oxigène sont plus solubles dans l'eau que les métaux d'où ils proviennent; comme ceux d'arsénic, d'antimoine, de molybdène, de tungstène; l'acide sulfurique ne les dissout pas tous; c'est un fait d'observation qui ne peut être expliqué dans aucune théorie, parce qu'il tient à la cause des affinités que l'on ne connoîtra peut-être jamais, ou qu'au moins, nous sommes fort éloignés de connoître; c'est un fait d'observation simple, que les oxides métalliques les plus solubles dans l'acide sulfurique s'en précipitent peu-à-peu par l'exposition des dissolutions à l'air de l'atmosphère, dont ils absorbent l'oxigène: c'est par la même raison, & parce qu'ils ont outrepassé le point d'oxidation nécessaire pour rester unis à l'acide sulfurique, que quelques oxides ne peuvent pas y être dissous.

2°. Les oxides de fer, d'étain, d'antimoine saturés d'oxigène ne sont pas solubles dans l'acide nitrique par la même loi observée pour tous les acides; cette insolubilité n'existe pas pour ceux d'argent, de mercure & de plomb; c'est encore un fait qui tient à la loi des attractions que nous ne pouvons qu'exposer: cependant, observons ici

---

connues, & on ne les rappellera ici que par les réponses qui y seront faites.

que ces derniers métaux ont beaucoup moins d'attraction pour l'oxigène que les premiers, & que leur tendance à la combinaison n'étant pas également satisfaite, il est naturel de concevoir ainsi leur dissolubilité. Observons encore que M. Kirwan ne répondroit pas plus facilement à ces questions qu'à celle-ci. Pourquoi quelques acides ont-ils plus d'affinité avec les alkalis fixes qu'avec la terre calcaire? & pourquoi d'autres acides en ont-ils plus avec celle-ci qu'avec les alkalis fixes?

3°. L'acide muriatique dissout plus aisément les oxides de fer que l'acide nitrique, vraisemblablement en raison de son extrême tendance pour s'unir avec un excès d'oxigène.

4°. Les acides végétaux dissolvent mieux cet oxide, par la même raison; la plupart tendent à absorber plus d'oxigène qu'ils n'en contiennent; c'est pour cela que plusieurs enlèvent l'oxigène à l'acide nitrique, & deviennent plus fortement acides qu'ils ne l'étoient auparavant.

5°. Une dissolution de fer dans l'acide sulfurique exposée à l'air, laisse déposer de l'oxide de fer, parce qu'elle absorbe de l'oxigène; cette assertion est prouvée par des expériences exactes; un excès d'acide sulfurique ne redissout cet oxide que parce que contenant plus d'oxigène, le fer exige plus d'acide pour être tenu en dissolution;

mais à meſure que ce métal abſorbe de nouveau l'oxigène atmoſphérique, il redevient indiſſoluble dans la quantité d'acide ajoutée, & il en faut une nouvelle portion pour le rediſſoudre; ces additions d'acide ſulfurique proportionnelles à celle d'oxigène atmoſphérique dans le fer, parviennent à la diſſoudre, juſqu'à ce que l'oxidation du fer ſoit complette.

6°. Une diſſolution de zinc dans l'acide ſulfurique étendue d'eau, ne précipite pas par le contact de l'air, parce que l'oxide de zinc, quelque chargé d'oxigène qu'il ſoit, paroît être diſſoluble dans cet acide.

7°. La décompoſition du muriate de fer par l'air, n'eſt pas ſi facile que celle du ſulfate, en raiſon, ſans doute, de l'attraction forte de l'acide muriatique pour l'oxigène : on ſait que l'oxide de fer le plus chargé d'oxigène eſt diſſoluble dans cet acide.

8°. L'antimoine décompoſe totalement l'acide nitrique, & le cuivre, quoiqu'ayant une plus forte affinité avec l'oxigène, ne le décompoſe pas de même, parce que le demi-métal demande bien plus d'oxigène que le ſecond pour être ſaturé; auſſi l'oxide d'antimoine ne reſte-t-il pas long-tems diſſous dans l'acide nitrique.

9°. L'oxide d'or eſt ſoluble dans l'acide nitrique, tandis que l'oxide de fer ne l'eſt pas, parce que le premier a bien moins d'affinité que le

ſecond avec l'oxigène, & en contient bien moins; d'ailleurs, c'eſt encore un ſimple fait d'obſervation qui n'eſt pas plus explicable dans une théorie que dans une autre, & qui, conſéquemment, ne favoriſe pas plus celle de M. Kirwan qu'il n'infirme notre doctrine.

10°. Lorſqu'on diſſout le zinc dans l'alkali fixe cauſtique, & dans l'ammoniaque, c'eſt à l'aide de la décompoſition de l'eau, que ces combinaiſons s'opèrent; auſſi n'y a-t-il pas de diſſolution ſans dégagement de gaz hydrogène, comme l'ont vu MM. de Laſſonne & les Académiciens de Dijon. M. Gengembre a prouvé, dans ſes recherches ſur les gaz hydrogène ſulfuré & phoſphoré, ou *hépatique* & *phoſphorique*, que le ſoufre, qui ne décompoſe pas l'eau à une température peu élevée, en devient ſuſceptible lorſqu'il eſt aidé par une matière alkaline, & que telle eſt la cauſe de la formation & du dégagement de ces gaz, qui ne ſont, comme leurs noms nouveaux l'expoſent, que des diſſolutions de ſoufre & de phoſphore dans le gaz hydrogène. J'ai confirmé, par beaucoup d'expériences, cette ingénieuſe théorie dans mes recherches ſur le gaz *hépatique* (*a*).

(*a*) Mém. de l'Acad. Royale des Scienc. ann. 1786, (*ſous preſſe*).

Il arrive la même chose au zinc, qui ne décompose l'eau que très-lentement à une température moyenne; mais un alkali favorise cette décomposition, le métal enlève l'oxigène de l'eau, & en dégage l'hydrogène fondu dans le calorique qui se sépare en même-tems que la réaction a lieu entre les composans de ces êtres. Quant au plomb & au cuivre dissous dans les alkalis liquides, comme cette dissolution n'est pas accompagnée de dégagement de gaz hydrogène, il est plus que vraisemblable que ces métaux absorbent de l'atmosphère l'oxigène dont ils ont besoin pour se dissoudre. Nous avons déjà fait cette observation sur la dissolution du cuivre dans l'acide du vinaigre. Ajoutons ici que c'est en raison de cette absorption de l'oxigène atmosphérique par le cuivre, dans le cas où ce métal se dissout dans les acides végétaux, que les vases de cuivre ne s'oxident dans les usages économiques, que lorsque les liquides qu'ils contiennent sont froids.

11°. De ce que le zinc & le fer ne sont solubles dans l'acide sulfurique concentré qu'à l'aide de la chaleur, tandis qu'ils le sont à froid dans le même acide étendu d'eau, on ne peut pas en inférer que nous nous trompons, en disant, d'après l'expérience, que l'oxigène a plus d'affinité avec l'hydrogène qu'avec le soufre; car cette dif-

ficulté apparente qu'on éprouve à ſéparer l'oxigène d'avec le ſoufre, par le moyen des métaux, eſt réellement moindre que celle que l'on eſt obligé de vaincre pour décompoſer l'eau par les mêmes métaux, comme nous allons le faire voir. M. Kirwan n'a point aſſez peſé toutes les circonſtances des faits ſur leſquels eſt fondée notre doctrine à cet égard. 1°. Le fer ne décompoſe fortement & promptement l'eau, quand ces deux corps agiſſent ſeuls l'un ſur l'autre, qu'à une température bien plus élevée que celle qui eſt néceſſaire pour la décompoſition de l'acide ſulfurique par le même métal. 2°. Quand on met en contact du fer, de l'eau & de l'acide ſulfurique, il y a un plus grand nombre d'affinités qui opèrent les changemens de ces corps que dans les deux cas précédens. Dans cette dernière expérience, le fer ne tend pas ſeulement à s'unir à l'oxigène de l'eau, mais l'acide ſulfurique tend encore à ſe combiner avec l'oxide de fer. Cette ſeconde attraction augmente, pour le moment, celle du fer pour l'oxigène, & ſon effet eſt de rendre la décompoſition de l'eau plus prompte & plus facile qu'elle ne le ſeroit par le fer ſeul.



SECTION XI.

DE LA PRÉCIPITATION DES MÉTAUX LES UNS PAR LES AUTRES.

POUR expliquer la précipitation d'un métal diſſous dans un acide par d'autres métaux, M. Lavoiſier croit qu'il ſuffit que le principe oxigène ait plus d'affinité avec le métal précipitant qu'avec celui qui eſt précipité; ainſi dans ſon ſyſtême le cuivre précipite le mercure, parce qu'il a plus d'affinité avec l'oxigène que n'en a le mercure *(a)*.

Quant à la proportion d'oxigène néceſſaire à la diſſolution des différens métaux, il la déduit de la quantité de métal néceſſaire pour la précipitation d'une autre quantité donnée d'un autre métal, & voici comment il exprime cette analogie.

La quantité du métal précipitant eſt à celle du métal précipité, comme la quantité du principe oxigène néceſſaire pour la ſaturation du précipité, eſt à celle néceſſaire pour la ſaturation du précipitant. Si donc 135 grains de mercure

(*a*) Mémoires de Paris, ann. 1782, p. 512.

ſont néceſſaires pour précipiter 100 grains d'argent de ſa diſſolution dans l'acide nitreux, il eſt évident que 135 grains de mercure demandent pour leur diſſolution la même quantité d'oxigène que 100 grains d'argent. Par conſéquent la quantité néceſſaire pour la diſſolution de 100 grains de mercure eſt à celle néceſſaire pour la diſſolution de 100 grains d'argent, comme 100 eſt à 135. Maintenant, par ſes propres expériences, il faut 8 grains de principe oxigène pour la diſſolution de 100 grains de mercure ; par conſéquent 10,8 ſont néceſſaires pour la diſſolution de 100 grains d'argent. Il trouve ainſi dans tous les cas, par les expériences de M. Bergman, la proportion du précipitant au précipité.

Sa formule générale peut s'exprimer ainſi.

Que le poids du précipitant ſoit P, que celui du précipité ſoit p, l'oxigène néceſſaire pour la ſolution du précipitant O, & celui néceſſaire pour la ſolution du précipité o. Alors p : P :: o : O.

C'eſt ainſi que la précipitation de 100 grains des différens métaux lui donne la quantité abſolue du principe oxigène néceſſaire à leur diſſolution : il l'a exprimée dans la ſeconde colonne de la table ſuivante, & dans la troiſième la quantité néceſſaire à leur diſſolution.

	Métaux.	*Principe oxigèxe.* grains.	*Pour la dissolution seulement.*
Cent grains de	Platine, ...	81,690	
	Or, ...	43,612	
	Fer, ...	27,000 37,000	
	Cuivre, ...	36,000	15,85
	Cobalt, ...	29,190	
	Manganèse, ...	21,176	
	Zinc, ...	19,637	
	Nickel, ...	14,721	
	Régule d'antimoine,	13,746	22,383
	Etain, ...	14,000	23,555
	Régule d'arsénic, ..	11,739 24,743	
	Argent, ...	10,800	
	Bismuth, ...	9,622	
	Mercure, ...	8,000	
	Plomb, ...	4,470	14,190

Mais les phénomènes de la précipitation sont beaucoup plus compliqués. J'ai déjà essayé dans une autre occasion d'en expliquer plusieurs; je vais en rappeller quelques-uns, & je desire savoir comment on peut les expliquer d'après les principes de la nouvelle théorie.

1°. Une dissolution d'or dans l'eau régale peut être précipitée sous la forme métallique par une dissolution nouvellement faite de vitriol de fer; mais elle ne peut pas l'être par la dissolution de vitriol de cuivre, ni par celle d'aucun autre métal.

Les antiphlogisticiens diront probablement que

l'or, pendant sa dissolution, enlève 43 parties sur cent d'oxigène, & le fer, quoique susceptible d'en absorber 37, n'en enlève que 27, lorsqu'il est nouvellement dissous, & que comme il a une plus grande affinité avec l'oxigène que n'en a l'or, il prend à ce dernier métal la différence de 27 à 37, de sorte que pour priver absolument l'or du principe oxigène & le réduire à son état métallique, il faudroit que la quantité du vitriol fût 10 ou 12 fois plus grande que celle de l'or.

Mais cette réponse est insuffisante, 1°. Le cuivre par sa dissolution dans les acides n'enlève que 15,85 parties de principe oxigène, & cependant par précipitation il peut en donner 36. D'après les tables de M. Lavoisier, il a aussi une plus grande affinité avec l'oxigène que l'or n'en a, & cependant une dissolution de vitriol de cuivre ne précipite pas un atôme d'or.

2°. La platine absorbe toujours une plus grande quantité de principe oxigène, & comme elle est insoluble dans l'acide nitreux, l'on doit penser dans la doctrine anti-phlogistique qu'elle a moins d'affinité avec l'oxigène que n'en a le gaz nitreux, & que par conséquent cette affinité doit être très-petite; cependant le vitriol de fer, en telle quantité qu'il soit, n'en précipite pas un atôme. Le même raisonnement s'applique aux dissolutions des autres métaux qui ont moins d'affinité avec

l'oxigène que n'en a le fer, & qui contiennent une plus petite quantité de ce principe, qu'une nouvelle dissolution de fer ne peut en enlever. Aucun de ces métaux n'est précipité sous la forme métallique par la dissolution nouvelle de vitriol de fer, ou même il n'y a point de précipitation si l'affinité de l'acide vitriolique n'intervient point.

On peut bien expliquer dans l'hypothèse anti-phlogistique la précipitation du vitriol de cuivre par le fer, parce qu'on dit qu'il a une plus grande affinité avec le principe oxigène que le cuivre n'en a, & qu'ainsi il en absorbe davantage. Mais pourquoi le cuivre, qui est insoluble dans l'acide vitriolique étendu d'eau, devient-il soluble dans une dissolution de vitriol de fer étendue d'eau, exposée à l'air ou à la chaleur de l'ébullition? Cela me semble difficile à concevoir dans la nouvelle hypothèse, car le fer ne doit pas seulement retenir l'oxigène dont il est loin d'être saturé. Mais aussi il doit prendre celui qui vient de l'atmosphère. Alors comment le cuivre attire-t-il celui qui est nécessaire pour sa dissolution? ou si le fer le partage avec lui, pourquoi cesse-t-il d'être soluble? ou s'il ne le partage pas, comment cesse-t-il d'être soluble lorsqu'il est saturé du principe de la solubilité?

3°. Le fer n'est soluble dans l'acide vitriolique concentré qu'à l'aide de la chaleur; cependant

si dans une dissolution d'argent ou de mercure par cet acide concentré, l'on jette un morceau de fer, l'argent & le mercure sont sur-le-champ précipités sous leur forme métallique, & le fer est dissous : ce fait me paroît inexplicable dans la nouvelle théorie ; car puisque le fer ne peut pas sans l'aide de la chaleur priver le soufre de son principe oxigène, comment arrive-t-il que sans elle il prive l'argent ou le mercure de ce principe, quoiqu'ils aient une plus forte attraction avec lui que le soufre ?

4°. Pourquoi le zinc, le fer ou le mercure ne peuvent-ils précipiter l'étain sous la forme métallique ; s'ils ont une plus forte affinité avec le principe oxigène, & s'ils en absorbent une plus grande quantité que l'étain ?

5°. Pourquoi le régule d'antimoine peut-il à peine précipiter le mercure de l'acide vitriolique, quoiqu'il ait une plus grande affinité avec le principe oxigène, & qu'il en absorbe une plus grande quantité que le mercure ; & pourquoi précipite-t-il au contraire facilement le mercure de l'acide nitreux ?

6°. Pourquoi le fer ne précipite-t-il pas le plomb de l'acide nitreux sous sa forme métallique, puisque le plomb absorbe une si petite quantité d'oxigène ?

7°. Pourquoi le fer ne précipite-t-il en aucune manière le plomb de l'acide marin ?

Je ne cite que quelques-unes des nombreuſés difficultés que préſente l'hypothèſe antiphlogiſtique; elles ſuffiſent pour montrer que ſa ſimplicité, quoique ſéduiſante dans pluſieurs cas, devient inſuffiſante dans pluſieurs autres. Je paſſe ſous ſilence pluſieurs autres objections embarraſſantes, qui naiſſent de la précipitation des métaux par différens acides, puiſque les antiphlogiſticiens n'ont pas même tenté d'expliquer aucun des phénomènes de cette eſpèce.



NOTE

DE M. LAVOISIER,

SUR LA PRÉCIPITATION DES MÉTAUX LES UNS PAR LES AUTRES.

DANS le mémoire que j'ai publié en 1782 sur la dissolution des métaux dans les acides, j'ai établi par des expériences & des observations sur lesquelles il n'a été depuis élevé aucun doute, que dans toute dissolution métallique, le métal étoit plus ou moins calciné, c'est-à-dire, plus ou moins saturé d'oxigène, & que c'étoit tantôt à l'acide, tantôt à l'eau qu'il enlevoit ce principe.

Dans un autre mémoire imprimé, la même année sur la précipitation des métaux les uns par les autres, j'ai établi que toutes les fois qu'un métal étoit précipité par un autre, & qu'il reparoissoit sous sa forme métallique, on avoit droit d'en conclurre que le métal précipitant avoit enlevé l'oxigène au métal précipité, & qu'en comparant les quantités respectives des deux métaux employés, on pouvoit en conclurre les quantités d'oxigène nécessaires pour la dissolution de chaque métal dans les acides. M. Bergman avoit présenté tous ces mêmes résultats en d'autres

termes, & d'après la théorie du phlogiſtique, dans une diſſertation qu'il a publiée ſur la quantité de phlogiſtique contenue dans les métaux.

M. Kirwan n'attaque point ces faits principaux qui ſont conſtans & indépendans de toute hypothèſe; mais il rapporte quelques circonſtances de la précipitation des métaux qui lui paroiſſent inexplicables dans l'hypothèſe antiphlogiſticienne. Avant de diſcuter les expériences qu'il rapporte & qu'il regarde comme des objections inſolubles, je vais établir trois principes qui me paroiſſent donner d'avance la ſolution de toutes les difficultés de M. Kirwan.

Premier Principe.

La quantité d'oxigène que prend un métal pour ſe diſſoudre dans un acide n'eſt pas toute celle qui ſeroit néceſſaire pour le ſaturer complettement : il ne peut en enlever, ſoit à l'acide, ſoit à l'eau, qu'une certaine quantité dont la proportion eſt déterminée par le rapport des forces qu'exerce ſur l'oxigène, le métal d'une part, & le radical de l'acide de l'autre; en ſorte que quand le métal s'eſt ſaturé autant qu'il le peut dans l'acide ou dans l'eau, il lui reſte encore une appétence pour l'oxigène.

Second Principe.

La force avec laquelle l'oxigène tient à un

métal n'eſt pas la même à tous les degrés de calcination. Les premières portions dont il ſe ſaiſit y tiennent très-fortement, tandis que les dernières y tiennent très-peu, en ſorte que dans ces ſortes de combinaiſons l'affinité eſt une force variable qui décroît ſuivant de certaines loix qui n'ont point encore été déterminées. La même choſe n'arrive pas à ce qu'il paroît dans les combinaiſons qui ont un degré de ſaturation fixe comme dans les ſels neutres. Je rendrai compte ailleurs plus en détail des phénomènes qui réſultent de ces deux ordres de combinaiſon & de ſaturation.

Troiſième Principe.

L'affinité de l'acide, ſoit pour le métal diſſous, ſoit pour le métal précipitant, contribue aux phénomènes de la précipitation, mais avec une énergie beaucoup moindre que les affinités de l'oxigène.

Les détails ſuivans vont éclaircir ces propoſitions.

Si on prend, dit M. Kirwan, une diſſolution d'or faite dans l'eau régale, & ſi l'on y mêle une diſſolution de ſulfate de fer nouvellement faite, l'or ſera précipité ſous ſa forme métallique. Le même phénomène n'arrive pas avec une diſſolution de ſulfate de cuivre ou de tout autre métal.

Cette expérience prouve conformément au premier principe que j'ai posé, & comme M. Kirwan l'indique lui-même, que quand le fer a été dissous dans l'acide sulfurique, il n'est pas complettement saturé d'oxigène; qu'il peut en reprendre encore; & il n'est pas étonnant qu'il puisse l'enlever à l'or auquel il tient très-peu. Cette explication ne présente rien que de bien conforme aux faits que nous connoissons: le fer en se dissolvant ne prend au plus que 27 pour cent d'oxigène, soit à l'eau, soit à l'acide sulfurique, & il est alors dans l'état d'oxide noir ou éthiops martial: mais dans cet état il est encore bien éloigné d'être complettement calciné: si on l'expose à l'air, il peut y reprendre encore 15 ou 20 pour cent d'oxigène, & il se change alors en oxide jaune ou rouge. Or si l'oxide noir de fer peut enlever l'oxigène à l'air, à plus forte raison peut-il l'enlever à l'or auquel il tient moins. La même chose ne doit point arriver au cuivre dissous dans l'acide sulfurique, ni aux autres métaux, parce qu'ils n'ont pas autant d'affinité que le fer pour l'oxigène, sur-tout quand ils en sont en partie saturés.

Le platine, comme l'observe M. Kirwan, n'a pas une grande affinité pour l'oxigène, puisqu'il ne peut pas se dissoudre dans l'acide nitrique; mais il en a plus que l'or, & cela suffit pour

expliquer pourquoi une diſſolution de ſulfate de fer ne précipite pas une diſſolution de platine dans l'eau régale, ou acide nitro-muriatique : il ne faut pas en conclurre que l'oxigène en général ait moins d'affinité avec le fer qu'avec le platine, mais ſeulement qu'il en a moins avec le fer dans l'état d'oxide noir qu'avec le platine diſſous dans l'acide nitro-muriatique : ce qui ne préſente rien que d'admiſſible. D'ailleurs je n'ai dit nulle part que l'affinité de l'acide pour le métal précipité & pour le métal précipitant ne contribuât point aux phénomènes de la précipitation, & quoique cette cauſe agiſſe avec beaucoup moins d'énergie que les affinités de l'oxigène, elle doit entrer dans l'explication des phénomènes, & c'eſt ce que j'ai exprimé par mon troiſième principe.

M. Kirwan demande pourquoi le cuivre, qui eſt indiſſoluble dans l'acide ſulfurique étendu d'eau, devient ſoluble dans une diſſolution de ſulfate de fer étendue dans une égale quantité d'eau expoſée à l'air ou à la chaleur de l'ébullition : je répondrai que le cuivre ne peut ſe diſſoudre dans l'acide ſulfurique qu'autant qu'il s'eſt préalablement calciné, c'eſt-à-dire, qu'autant qu'il s'eſt oxigèné. Or comme l'oxigène a moins d'affinité avec ce métal qu'il n'en a avec l'hydrogène ou baſe du gaz inflammable, il ne peut ſe calciner

aux dépens de l'eau ; il ne peut pas non plus ſe calciner, autrement dit s'oxigéner, aux dépens de l'acide, car il a moins d'affinité avec l'oxigène que le fer ; donc il ne peut pas s'oxigéner plus que lui aux dépens de l'acide ſulfurique étendu d'eau, d'où il réſulte que le cuivre doit être, comme il l'eſt en effet, indiſſoluble dans de l'acide ſulfurique étendu d'eau.

Mais lorſque du cuivre eſt placé dans une diſſolution de vitriol de fer, & que cette dernière eſt expoſée à l'air, elle s'oxigène de plus en plus d'après la propriété bien connue qu'a cette diſſolution d'abſorber l'oxigène ou baſe de l'air vital : alors le fer paſſe à l'état d'oxide jaune, il ſe ſurcharge d'oxigène, & l'affinité du cuivre pour ce principe ſe joignant à celle du fer & de l'acide pour le cuivre, quelques portions s'oxigènent aux dépens du fer & ſe diſſolvent. Certainement le cuivre n'enleveroit pas de l'oxigène au fer lorſqu'il eſt dans l'état d'oxide noir, mais rien ne prouve qu'il ne puiſſe pas en enlever quelques portions à l'oxide jaune de fer, ſur-tout lorſqu'il eſt aidé par deux autres affinités qui concourent au même effet.

M. Kirwan objecte encore que le fer n'eſt ſoluble dans l'acide ſulfurique concentré qu'à l'aide de la chaleur ; c'eſt-à-dire, dans la théorie anti-

phlogiſticienne, qu'il ne peut enlever l'oxigène au ſoufre qu'à l'aide de la chaleur. Or il demande pourquoi ſi la chaleur eſt néceſſaire pour la décompoſition de l'acide ſulfurique par le fer, ce métal précipite cependant à froid l'argent, & le mercure diſſous dans de l'acide ſulfurique concentré. Je répondrai à M. Kirwan: premièrement que la chaleur qu'on eſt obligé d'employer pour diſſoudre le fer dans l'acide ſulfurique concentré, a pour objet de diminuer l'affinité d'aggrégation de l'acide vitriolique ou ſulfurique. Une preuve que c'eſt l'affinité d'aggrégation, autrement dit l'attraction que les molécules d'acide ſulfurique exercent ſur elles-mêmes qui met obſtacle à la diſſolution, c'eſt que la diſſolution s'opère de quelque manière qu'on écarte ſes parties, ſoit par la chaleur, ſoit par l'eau ou autrement. Or lorſqu'on a fait diſſoudre de l'argent ou du mercure dans de l'acide ſulfurique, l'affinité de cet acide eſt détruite, il peut donc alors obéir à ſon affinité pour le fer. La chimie préſente à chaque pas des exemples de même genre : les métaux en général ne ſe calcinent dans l'air qu'à l'aide de la chaleur; cependant la plupart ſe calcinent ſans ce même ſecours dans les acides : un grand nombre de ſubſtances qui ſont inſolubles en maſſe, deviennent ſolubles quand elles ſont diviſées,

& ces anomalies, pour me ſervir de l'expreſſion de M. Bergman, ſont des effets de l'affinité d'aggrégation. Au reſte, ces difficultés ſont les mêmes dans les deux théories.

Je répondrai ſecondement à M. Kirwan que lorſqu'on précipite de l'argent ou du mercure diſſous dans l'acide ſulfurique par l'intermède du fer, ce métal pour ſe calciner, n'a beſoin de décompoſer ni l'eau ni l'acide : il n'a beſoin que d'enlever l'oxigène à l'argent ou au mercure auxquels il tient très-peu. Il n'eſt donc point étonnant que l'opération ſe faſſe ſans le ſecours de la chaleur, à la différence de la diſſolution directe du fer dans l'acide concentré qui a beſoin d'être aidée de ce moyen auxiliaire.

Les autres objections que fait M. Kirwan contre la doctrine antiphlogiſticienne, & qu'il déduit de la précipitation des métaux les uns par les autres, ne préſentent pas plus de difficulté à expliquer d'après les principes que je viens d'énoncer; mais avant de diſcuter les expériences qu'il rapporte, il faudroit examiner juſqu'à quel point elles ſont exactes. Ce ſeroit du tems perdu que de s'attacher à expliquer des faits incertains & équivoques, & d'ailleurs, comme je l'ai déjà obſervé, on ne détruit pas des preuves par des

incertitudes & des probabilités. Il faut oppoſer l'évidence à l'évidence; & tous les faits que rapporte M. Kirwan dans cette ſection, même en les avouant, ne pourroient tout au plus que faire naître des doutes légers qu'un inſtant de réflexion & un retour aux preuves de la doctrine antiphlogiſticienne détruiroient aiſément.



SECTION XII.

DES PROPRIÉTÉS DU FER DANS DIFFÉRENS ÉTATS, ET DE SA CONVERSION EN ACIER.

LES mines de fer parfaitement épuisées de leur fer par la fusion à travers les charbons dans de hauts fourneaux, donnent ce qu'on appelle fonte, parce qu'il n'est pas malléable; lorsqu'il est coulé dans des moules, on le nomme fer fondu ou saumon de fer.

La couleur & les propriétés de la fonte de fer diffèrent selon la proportion du charbon avec lequel il a été fondu.

Si les mines de fer ne sont fondues qu'avec le charbon nécessaire à leur fusion, la fonte sera blanche; elle sera grise si on a employé une proportion de charbon plus considérable, & même noire si on a encore employé plus de charbon

La fonte blanche est la plus dure & la plus pesante; elle est très-fragile & imparfaitement métallisée: la grise est plus flexible; & la noire est la plus douce; mais elle est très-fragile.

Le fer malléable ou fer en barre diffère de la fonte par sa douceur, sa flexibilité & sa malléa-

bilité, & il diffère de l'acier en ce qu'il n'est pas susceptible d'acquérir le même degré de dureté ou d'élasticité par la trempe; le fer malléable contient moins de plombagine que la fonte, ni l'acier; mais lorsqu'on le traite avec les acides, il donne plus de gaz inflammable qu'aucun des deux.

L'acier peut acquérir plus de malléabilité, de dureté & d'élasticité que le fer malléable. Il donne une plus grande quantité de gaz inflammable que la fonte, & contient moins de plombagine qu'elle; mais il en contient davantage que le fer malléable : la proportion de gaz inflammable, par mesure dans ces trois espèces de fer, ont été trouvées différentes, soit par M. Bergman, soit par MM. Vandermonde, Berthollet & Monge, qui ont répété plusieurs expériences de ce chimiste.

Selon M. Bergman, 100 grains des substances ci-dessus contiennent	*Fonte.*	*Acier.*	*Fer malléabl.*	
gaz inflammable, . . .	40	48	50	*mesures de gaz inflammable.*
D'après les Académiciens françois, ...	54	74	76	
D'après M. Bergman, 100 grains donnent . .	2,2	0,5	0,12	*de plombagine.*

Le fer malléable peut se convertir en acier par la cémentation avec différentes substances, & particulièrement avec le charbon à la chaleur du fourneau de cémentation, & par ce procédé il augmente un peu de poids. Il est clair que la plombagine est une substance factice puisqu'elle se forme dans le fer pendant sa cémentation, mais les anti-phlogisticiens expliquent par des principes très-différens de ceux de M. Bergman sa production & les propriétés du fer dans ces différens états; c'est ce qui formera le sujet de la discussion suivante.

D'après M. Bergman (*a*), le fer malléable, donnant plus de gaz inflammable que l'acier, doit contenir plus de phlogistique qu'il ne lui en faut dans son état métallique. Par la cémentation, le fer attire l'air fixe du charbon, qui, rencontrant le phlogistique surabondant, se combine avec lui, & forme la plombagine, qui, comme le charbon, est un composé de gaz inflammable & d'air fixe, mais qui en diffère en ce que, dans la plombagine, les deux gaz sont plus condensés & forment un corps plus compact, & spécifiquement plus pesant. De-là, 1°. le poids de l'acier est plus considérable que celui du fer dont il a été formé, parce qu'il a acquis de l'air fixe.

(*a*) Bergman, tom. III, p. 54.

2°. L'acier produit moins de gaz inflammable que le même poids de fer, parce que l'excédent du phlogiſtique qu'il contenoit dans l'état de fer, a ſervi à former de la plombagine qui eſt indécompoſable par les acides.

(*a*) Les académiciens francois penſent au contraire, que le fer malléable pendant la cémentation abſorbe le charbon en nature, & que c'eſt ce charbon ſaturé de fer dont il prend un dixième de ſon poids qui devient plombagine. Ils expliquent ainſi l'augmentation de poids dans l'acier, & pourquoi il donne moins de gaz inflammable que le fer malléable. Ils penſent auſſi que le gaz inflammable retiré par l'acier, ſe contracte, lorſqu'il tient quelques portions de plombagine en diſſolution.

Ils diſent que la fonte contient une certaine quantité d'air déphlogiſtiqué; le fer malléable moins, & l'acier pas du tout. Si par-là ils prétendent ſeulement que la fonte contient quelques portions qui ne ſoient pas parfaitement métalliſées, que le fer malléable en contient un peu moins, & l'acier point du tout; ils ne ſeront pas contredits, & certainement c'eſt tout ce qu'ils peuvent prouver: quant à la condenſation du gaz inflammable, parce qu'il tient de la plom-

(*a*) Journal de Phyſique, tom. XXIX, p. 217.

bagine en diſſolution (découverte importante faite par M. Berthollet), je ſuis parfaitement de ſon avis, parce que j'ai trouvé le gaz inflammable tiré de la fonte noire preſque auſſi peſant que l'air commun. Quant à l'introduction d'une ſubſtance auſſi denſe que le charbon dans une barre de fer d'un pouce d'épaiſſeur, cela me paroît très-peu probable. Je me flatte qu'en paſſant en revue des faits relatifs au fer dans ſes trois états, on verra que cette ſuppoſition eſt inutile & inſuffiſante.

Faits relatifs à la fonte.

La fonte griſe fondue ſans addition dans un creuſet ouvert ou fermé, eſt convertie en acier (*a*); ce fait s'explique également bien dans l'un & l'autre ſyſtême. La plombagine étant décompoſée par la portion de fer cru non métalliſé, qui alors devient métalliſé, il ne reſte de plombagine que ce qui eſt néceſſaire pour rendre le fer acier; ou ſuivant la nouvelle théorie le charbon eſt converti en air fixe par l'air déphlogiſtiqué de la portion de fer non métalliſé.

Si l'on met de la fonte griſe ſans addition à une chaleur de cémentation, c'eſt-à-dire, à une chaleur d'incandeſcence, & ſi on l'y tient pen-

(*a*) Bergman, vol. III, p. 45.

dant quelques jours, sa surface se couvrira d'écailles; sous cette surface l'on trouvera du fer doux, sous ce fer doux de l'acier, & au centre de la fonte (*a*). Dans cette expérience, la destruction progressive de la plombagine est bien marquée en proportion de la facilité avec laquelle les gaz dont elle est formée sont décomposés & rendus libres. Les divers états du fer s'accordent avec cette proportion; mais dans l'hypothèse anti-phlogistique qui admet l'air pur dans le fer doux & dans la fonte, on ne peut pas expliquer comment il arrive que l'acier, qui dans ce cas est placé entre les deux espèces de fer, ne contient point d'air pur, & dans le fait il n'y a pas de preuves que le fer doux contienne toujours & nécessairement des portions qui ne soient pas métallisées.

La fonte mise en cémentation avec le charbon devient plus fragile (*b*); ce qui s'accorde avec les deux systêmes; mais le même effet a lieu si la cémentation est faite avec la plombagine; (*c*) cela contredit l'hypothèse des anti-phlogisticiens; car dans cette hypothèse la plombagine est déjà saturée de fer, & par conséquent

(*a*) Rinman, § 295, n° 1.

(*b*) Rinman, § 265 & 266.

(*c*) Rinman, § 265, n° 21.

ne peut pas s'y unir en plus grande quantité (*a*).

La ſeule preuve que les académiciens françois donnent que la fonte contient de l'air pur, c'eſt qu'ayant placé deux morceaux de fonte en contact immédiat l'un avec l'autre dans un creuſet environné de charbon, après quelques heures de chaleur ils étoient augmentés de poids, & les ſurfaces qui ſe touchoient étoient calcinées. Cette expérience ne prouve autre choſe ſi ce n'eſt que la fonte n'eſt pas parfaitement métalliſée ; mais qu'elle contient quelques parties à l'état de chaux, & que les parties intérieures donnent de l'air fixe ou de l'eau qui calcine les ſurfaces qui ne ſont pas en contact avec le charbon.

Faits relatifs au fer malléable.

Si le fer malléable eſt environné de charbon, dans un creuſet couvert & expoſé à la chaleur du fourneau de cémentation pendant huit ou dix heures, il ſera converti en acier : ce fait eſt bien connu.

(*a*) Il eſt vrai que M. Bergman a penſé que la fonte n'étoit pas altérée par la cémentation avec la plombagine; mais la ſeule raiſon qu'il en donne, c'eſt qu'elle a perdu de ſon poids, & il avoit perdu le morceau, avant d'avoir pu l'examiner. Il eſt facile d'expliquer d'où venoit cette perte de poids, puiſqu'elle avoit perdu l'air fixe.

Mais

Mais si l'expérience est faite dans un vaisseau de verre hermétiquement fermé, cette conversion n'aura pas lieu ; quelque tems & quelque degré de chaleur qu'on emploie (*a*). Ce fait est inexplicable dans la théorie anti-phlogistique. Car le charbon seroit également absorbé, soit que le vaisseau fût hermétiquement fermé ou non. Mais il est aisément expliqué dans le systême de M. Bergman ; car le charbon ne peut pas être décomposé à moins que le gaz inflammable puisse s'échapper à prendre la forme gazeuse ; précisément comme le vitriol de fer reste en contact avec un alkali aéré sans dégager d'air fixe par l'union de l'acide & de l'alkali, lorsque la dissolution s'opère dans un vaisseau fermé (*b*), & de même que la lumière ne peut pas séparer l'air pur de l'acide nitreux dans un vaisseau parfaitement plein & parfaitement fermé.

Si l'on expose sans aucune addition, un morceau de barre de fer doux dans un creuset bien couvert & lutté, à la chaleur du fourneau de cémentation pendant onze jours, il sera converti en acier, sa surface sera couverte de plombagine, & il sera augmenté en poids d'environ

---

(*a*) § 267, n° 7.

(*b*) Voyez Lewis sur le premier volume de Newm, 272.

1 pour 100 (*a*). Il eſt clair que le charbon ne peut pas pénétrer à travers le creuſet, mais l'air fixe le peut aiſément; c'eſt un fait très-connu que les creuſets à une forte chaleur ſont perméables à l'air; la plombagine doit alors ſon origine à cet air, comme l'explique M. Bergman.

M. Rinman a auſſi mis des barres de fer en cémentation avec de la craie, & après les avoir expoſées onze jours à la chaleur d'un fourneau de cémentation, il trouva le fer converti en acier & couvert de plombagine. Il eſt vrai qu'il dit que l'effet a été le même lorſqu'il a employé de la chaux vive au lieu de craie; mais il eſt probable que la chaux qu'il employoit dans cette occaſion n'étoit pas bien calcinée; car dans une autre occaſion, lorſqu'il a employé, comme il le dit lui-même, de la chaux bien calcinée, quoiqu'elle eût été expoſée pendant ſix mois à l'air, au lieu de convertir le fer en acier, elle le rendit parfaitement doux: lorſque le fer n'a été en cémentation avec la craie que pendant trois heures, elle n'agit point ſur lui, ſon air ne pouvant ſe dégager en ſi peu de tems, au contraire le fer perd (*b*) une partie de ſon poids. Nous voyons auſſi dans ce cas la plombagine formée ſans charbon.

(*a*) Rinman, § 73, n° 18.

(*b*) Rinman, § 73, n° 9.

Le fer malléable cémenté avec la chaux noire de manganèse n'a pas été calciné comme il auroit dû l'être d'après la théorie anti phlogistique, mais au contraire il étoit converti en acier (*a*). Rinman §. 73. XVII. Le résultat étoit le même lorsqu'il étoit cémenté avec des fleurs de zinc, & le zinc seul fut réduit (ibid) III. Cette dernière circonstance contredit la table de M. Lavoisier. La plombagine paroît dans les deux cas avoir été formée sans charbon (*b*).

Le fer malléable ne peut pas être fondu dans des fourneaux sans addition; mais s'il est entouré de charbon, il devient d'abord acier, ensuite fonte, & à la fin il coule. Cette fonte ne contient sûrement pas de parties non métallisées.

Faits relatifs à l'acier.

Les Académiciens de Paris disent que si l'on garde long-tems la fonte en fusion dans un creuset couvert, à la fin elle sera réduite à l'état de fer malléable; mais l'acier dans les mêmes circonstances n'éprouvera aucune altération. Delà ils inferent que la fonte contient quelque principe qui detruit le charbon, nommément l'air pur, & que

---

(*a*) § 73, n° 17.

(*b*) Rinman, § 73, n° 5.

l'acier n'en contient point (*a*); cependant Rinman dit expressément que l'acier devient du fer malléable par une fusion long-tems continuée (*b*), & dans leur propre expérience la fonte doit passer à l'état d'acier avant que d'arriver à celui de fer malléable.

Si l'on met de l'acier en cémentation avec de la chaux vive, il se convertira en fer malléable, parce qu'en raison de l'affinité de la chaux vive pour l'air fixe, la plombagine est plus aisément décomposée; mais il n'est pas altéré par la cémentation avec la chaux de zinc (*c*), parce que l'acier ne contient pas de phlogistique en surabondance. D'après la théorie anti-phlogistique, l'air pur des chaux métalliques détruiroit la plombagine.

Delà nous voyons que la nouvelle théorie n'explique aucuns faits relatifs au fer ni aucune de ses propritétés qui ne soient aussi bien expliqués sans elle; au contraire, la théorie de M. Bergman répand du jour sur des faits que la nouvelle théorie laisse dans l'obscurité.

Aux preuves que M. Scheele a données que la plombagine est composée de gaz inflammable

---

(*a*) Journal de Physique, tom. XXIX, p. 217.

(*b*) Rinman, § 266.

(*c*) Rinman, § 73.

& d'air fixe dans un état concret, j'en ajouterai une résultante des expériences de M. Pelletier. Si l'on distille de la plombagine avec de l'alkali caustique sec dans un appareil pneumatique, il y aura un dégagement d'air inflammable, & l'alkali sera aéré. (*a*)

(*a*) Rozier, tom. XXVII, p. 352.



NOTES
DE M. MONGE.

(*Page 299, ligne 28*).

NOTRE mémoire sur les propriétés du fer n'est pas encore imprimé ; il n'est connu du public que par un extrait mis dans le journal de physique, par M. Hassenfratz. Ainsi M. Kirwan ne peut pas connoître parfaitement notre travail, ni la manière dont nous expliquons les différens phénomènes que le fer présente.

On pourroit croire, d'après la citation dont il s'agit ici, que les volumes du gaz hydrogène que nous avons obtenus par la dissolution de la fonte, de l'acier, & du fer doux dans l'acide sulfurique, sont, du moins à-peu-près, constamment dans les rapports de 54 à 74 à 76. Rien n'est plus éloigné de ce que nous disons dans notre mémoire. Le fer doux, parfaitement réduit, & entièrement dépouillé de plombagine par l'affinage, tel qu'est à-peu près le meilleur fer de Suède, est des trois substances métalliques que l'on considère, la seule qui donne & qui puisse donner constamment le même volume de gaz hydrogène par sa

diſſolution dans l'acide ſulfurique, parce qu'elle eſt la ſeule qui ſoit conſtamment dans le même état : nous avons trouvé que 100 grains de ce fer donnent 78 meſures de gaz hydrogène meſurées ſous une preſſion de 28 pouces de mercure, & par une température de 22 degrés d'un thermomètre diviſé en 80 parties, depuis le terme de la glace juſqu'à celui de l'eau bouillante. Au contraire, les aciers pouvant différer par la quantité de plombagine qu'ils contiennent, & les fontes pouvant différer entre elles, non-ſeulement par la quantité de plombagine, mais plus encore par le point auquel eſt portée la réduction du métal, les volumes de gaz hydrogène qu'on dégage par les diſſolutions de ces ſubſtances varient conſidérablement ſuivant les circonſtances ; ainſi la fonte griſe que l'on ne peut obtenir telle qu'en augmentant la doſe de charbon dans la charge du fourneau, & qui ayant été expoſée à une température plus élevée, eſt portée à un plus haut point de réduction, & approche davantage à cet égard de l'état du fer doux, dégage conſtamment plus de gaz hydrogène que la fonte blanche pour laquelle on a employé beaucoup moins de charbon, & dont la réduction eſt beaucoup moins avancée.

Par exemple, nous avons trouvé que la fonte

grise des forges royales de Guerigny, donne 71 onces mesures de gaz hydrogène : que le fer provenant de cette fonte en donne 76 : & que l'acier provenant de ce fer en donne 74, tandis que la fonte blanche de Huttemberg & celle de Volfsberg n'en donnent l'une & l'autre que 60.

Il faut bien observer que nous entendons ici par fonte blanche, celle qui est telle au sortir du haut fourneau, & non celle qui, après avoir été grise, auroit été blanchie par une ou plusieurs nouvelles fusions dans des fourneaux de reverbere. Car lorsqu'en refondant de la fonte grise, on lui fait éprouver une très-haute température, la plombagine, c'est-à-dire le carbure de fer qu'elle contenoit & qui lui donnoit sa couleur, est employé à avancer la réduction, & disparoit en tout ou en partie ; la fonte qui en résulte doit dégager plus de gaz hydrogène que la fonte grise dont elle provient, parce que la réduction est plus avancée ; elle doit même, à réduction égale, en dégager un plus grand volume que toute autre fonte grise ; 1°. parce que contenant moins de plombagine, elle renferme, pour le même poids, plus de parties métalliques. 2°. Parce que la plombagine qui est dans la fonte grise se dissout dans le gaz hy-

drogène, & diminue le volume de fluide élaſtique.

(*Page* 301, *ligne* 18).

Nous diſons que le fer malléable parfaitement affiné eſt le métal non-ſeulement réduit d'une manière complette, & par conſéquent dépouillé de tout l'oxigène avec lequel il étoit combiné dans l'état de mine; mais encore privé de tout le carbone qu'il avoit abſorbé dans le haut fourneau; c'eſt-à-dire tant de celui qui reſtoit encore combiné avec la fonte, que de celui qui avoit été abandonné ſous la forme de plombagine, à cauſe du réfroidiſſement, & qui ayant été ſurpris enſuite par le durciſſement, étoit reſté diſſéminé dans la maſſe. Les procédés généraux de l'affinage du fer ſont tous dirigés vers cette triple dépuration; mais le bas prix du métal ne permet d'employer ces procédés que d'une manière groſſière, & tous les fers du commerce contiennent toujours une quantité, très-petite à la vérité, d'oxigène & de carbone; les fers forgés les plus doux & les plus flexibles, ſont ceux qui, comme les fers de Suede, contiennent le moins de l'une & de l'autre de ces deux ſubſtances.

Dans l'acier de cémentation, le métal eſt parfaitement réduit, parce que la température

néceſſaire à la combinaiſon du carbone avec le fer eſt beaucoup plus haute que celle qui ſuffit à la réduction complette.

Ainſi nous n'avons pas voulu dire que l'oxigène fût néceſſaire au fer doux ; nous avons dit au contraire que le fer eſt d'autant plus doux qu'il contient moins d'oxigène.

(*Page* 301 , *ligne* 19).

Les procédés que l'on ſuit dans les fourneaux ne ſont pas ſuſceptibles d'une aſſez grande préciſion pour que la fonte puiſſe & doive être regardée comme une ſubſtance homogène ; ainſi, comme le dit M. Kirwan, les molécules de la fonte ne ſont pas toutes également métalliſées. Mais nous diſons plus : quand même ces procédés ſeroient très-exacts & quand même la fonte ſeroit, du moins dans l'état fluide, une ſubſtance parfaitement homogène ; par cela ſeul qu'elle ſeroit de la fonte, elle contiendroit encore de l'oxigène ; c'eſt-à-dire que la réduction ſeroit commencée par-tout, que par-tout elle ſeroit pouſſée au même dégré, mais que nulle-part elle ne ſeroit achevée. C'eſt par ce reſte d'oxigène que la fonte diffère du fer affiné, quand elle ne contient d'ailleurs point de plombagine, & qu'elle diffère de l'acier de cémentation lorſquelle en

contient ; c'eſt par les quantités d'oxigène que les fontes blanches diffèrent les unes des autres ; & les procédés principaux de l'affinage n'ont pour objet que de les en dépouiller.

D'abord cette aſſertion eſt très-conforme à la nature des choſes. Il eſt en effet prouvé que l'oxigène peut être combiné avec le fer en toutes ſortes de proportions ; par exemple, l'éthiops ou l'oxide noir de fer que MM. Lavoiſier & Meuſnier ont obtenu en calcinant le fer par la vapeur d'eau, eſt évidemment pour le fer un état moyen entre celui d'oxide ou de chaux martiale, & celui de fer affiné ; c'eſt-à-dire que dans cet éthiops, qui eſt d'ailleurs une ſubſtance homogène, la calcination eſt par-tout commencée, par-tout pouſſé au même degré, & nulle part portée au dernier terme. Or, les premières molécules d'oxigène qui ſe combinent avec le fer lui adhèrent avec une plus grande force que celles qui entrent plus tard dans la combinaiſon. Donc les circonſtances, telles que la température, la qualité du charbon &c. qui ſuffiroient ſeulement pour faire abandonner au fer les molécules d'oxigène qui lui adhèrent le moins, ne pourroient pas le dépouiller entièrement de ce principe ; & par conſéquent la réduction ſeroit commencée partout & ne ſeroit achevée nulle part.

Il ne ſuffit pas de faire voir que notre aſſer-

tion est plausible ; il faut encore prouver par des observations qu'elle est fondée.

Nous ne pouvons pas apporter ici en preuve la différence des quantités de gaz hydrogène dégagé par la dissolution du fer affiné & de la fonte dans les acides, ni celle qui résulte de la dissolution des différentes fontes blanches, parce que M. Kirwan, qui regarde la fonte comme un mélange de molécules de fer parfaitement réduites & de particules non entièrement métallisées, pourroit attribuer les inégalités dont il s'agit aux différences des doses des parties réduites & non réduites; mais nous observerons :

1°. Que toutes les fontes blanches qui sont privées de plombagine sont susceptibles d'une cristallisation parfaite, & doivent être regardées comme des substances sensiblement homogènes.

2°. Que quand les degrés de réduction de deux molécules d'un même métal, sont très différens, ces deux molécules n'ont plus d'affinité sensible l'une pour l'autre, & ne peuvent plus sans intermède se combiner ensemble. Par exemple, l'éthiops de M. Lavoisier, qu'on peut également obtenir & du fer affiné & de la fonte blanche, n'adhère à aucune de ces deux dernières substances ; l'oxide rouge à son tour n'adhère à aucune des trois ; donc avec de l'oxide, de l'éthiops, de la fonte blanche & du fer affiné, on

ne pourroit former une ſubſtance homogène comme la fonte, & ſuſceptible d'une criſtalliſation régulière & déterminée, à moins que l'excès d'oxigène contenu dans l'oxide & dans l'éthiops ne ſe tranſmît à la fonte & au fer affiné, pour porter le tout à un état de réduction moyenne & uniforme.

3°. Lorſqu'on refond la fonte blanche dans les creuſets d'affinerie & qu'en l'agitant on l'a expoſée par parties au contact du charbon, les portions qui par ce contact ont été entièrement ou preſque entièrement réduites, deviennent infuſibles & prennent l'état pâteux. La maſſe eſt alors dans l'état que ſuppoſe M. Kirvan, c'eſt-à-dire qu'elle eſt compoſée de fonte & de fer malléable ; mais auſſi ſi l'on réfroidit ſubitement cette maſſe & qu'on la caſſe, il eſt facile de diſtinguer à la caſſure & à la criſtalliſation, le fer réduit de celui qui ne l'eſt pas ; leurs aſpects diffèrent ainſi que leur nature, & la criſtalliſation n'eſt pas uniforme comme l'eſt celle de la fonte.

4°. Lorſque l'affineur plonge une barre de fer forgé, un ringard par exemple, dans la fonte blanche en bain, qu'il l'y laiſſe pendant quelque tems ſans l'agiter, & qu'enſuite il la retire, elle eſt enveloppée d'un fourreau plus ou moins épais de fonte affinée, que l'on peut déchauſſer & tirer en barre ſous le marteau. Dans l'opinion de M.

Kirwan, il faudroit ſuppoſer que les parties réduites de la fonte, attirées de loin par la barre, ſont venues s'y attacher malgré la grande réſiſtance du bain, ce qui d'une part ſeroit contraire à la ſaine phyſique, & de l'autre ne ſeroit pas conforme aux faits, car le fourreau n'adhère pas à la barre. On voit clairement dans ce phénomène que le fer affiné de la barre, dont l'affinité pour l'oxigène eſt plus grande par les hautes températures, que n'eſt celle de la fonte, enlève à la fonte environnante une grande partie de l'oxigène qu'elle retenoit, & la porte à un état de réduction qui la rend infuſible & extenſible ſous le marteau.

Nous ſommes donc autoriſés à regarder la fonte blanche comme une ſubſtance homogène; comme un métal dont la réduction eſt par-tout avancée d'une manière à-peu-près uniforme, enfin comme du fer qui eſt dans un état moyen entre le fer affiné entièrement, privé d'oxigène, & l'oxide rouge ſaturé de cette dernière ſubſtance.

(*Page* 301, *ligne* 26).

Nous n'avons pas dit que le gaz hydrogène pût tenir de la plombagine en diſſolution, mais ſeulement qu'il pouvoit diſſoudre du carbone. Cette différence, qui eſt pour-ainſi-dire nulle pour M. Kirwan, eſt très-grande pour nous;

parce que nous croyons que le fer est essentiel à la plombagine. Quant à la contraction que le gaz hydrogène éprouve en dissolvant le carbone, la découverte n'en est pas due à M. Berthollet exclusivement : elle nous appartient en commun, comme le reste du travail ; mais nous sommes redevables à M. Berthollet d'expériences antérieures qu'il avoit faites en particulier & auxquelles nous avons eu recours pour vérifier ce phénomène lorsque nous ne faisions encore que le soupçonner.

(*Page* 302, *ligne* 20).

Dans cette expérience une partie du carbone en se combinant avec le reste d'oxigène qui est dans la fonte, acheve la réduction du métal & forme du gaz acide carbonique qui cause une espèce d'effervescence ; l'autre partie, en restant combinée avec le fer, donne à ce métal les caractères de l'acier.

(*Page* 303, *ligne* 9).

M. Kirwan est toujours dans l'erreur sur nos propres opinions ; il croit que nous admettons l'oxigène comme essentiel au fer doux, tandis qu'au contraire nous disons que le fer n'est parfaitement doux que quand il est entièrement privé d'oxigène. Les opérations de l'affinage tendent toutes à le dépouiller de cette substance;

mais nous avons dit que ces opérations n'étoient pas faites assez exactement pour que la dépuration fût complette, & que les meilleurs fers du commerce contenoient encore une petite portion d'oxigène. D'après cela, le phénomène dont il s'agit ici seroit très-facile à expliquer s'il avoit été bien observé; mais dans la suite des substances observées, on a pris, pour de l'acier, une fonte grise, dont la réduction étoit plus avancée, & qui différoit très-peu de l'acier naturel, tandis que nous entendons, par acier, celui qui est fait par la cémentation, & qui est toujours dans un état, sinon plus constant, du moins plus uniforme.

(*Page* 303, *ligne* 22).

Dans la plombagine, & par les températures basses, le carbone peut bien être saturé de fer, sans que cette saturation subsiste par la température de la fonte en fusion. Tout porte à croire, au contraire, que l'affinité du carbone pour le fer, croît très-rapidement, à mesure que la température s'élève; il n'y a donc rien, dans ce phénomène, qui contredise notre manière de voir; il la confirme, au contraire; car, pour cémenter du fer avec de la plombagine & le convertir en acier, il faut lui faire subir un coup de feu beaucoup plus grand & plus long-tems

sur-tout

ſoutenu que ſi le cément étoit du charbon pur ; ce qui vient de ce que l'affinité du carbone pour le fer, eſt diminuée par les parties de ce métal, auquel il eſt déjà uni dans la plombagine.

(*Page* 304, *ligne* 2.)

Nous ne reconnoiſſons pas l'expérience dont parle ici M. Kirwan. Mais les preuves de l'exiſtence de l'oxigène dans la fonte, ſont nombreuſes ; les principales ſont : 1°. que par ſa diſſolution dans les acides ſulfurique & muriatique, la fonte dégage conſtamment moins d'hydrogène que le ſer doux ; 2°. qu'en vertu de la température ſeule, la fonte griſe s'affine, & blanchit ſans addition & ſans le contact de l'air, tandis que l'acier de cémentation, qui ne contient point d'oxigène, peut ſouffrir dans les vaiſſeaux clos les plus hautes températures, ſans éprouver d'altération, pourvu qu'il ſoit à l'abri du contact de l'air. On peut en voir d'autres, page 314.

(*Page* 305, *ligne* 4.)

Nous ne concevons pas cette expérience. La température néceſſaire à la cémentation du fer étant beaucoup plus haute que celle qui ramollit & fond le verre, ſi le vaſe n'a pas été fondu, le coup de feu n'a pas été aſſez fort pour opérer la cémentation,

(*Page* 306, *ligne* 7.)

Cette expérience est entièrement opposée à celle de M. de Reaumur, qui, au contraire, en cémentant de l'acier dans de la craie, dans de la chaux vive, dans de la poudre d'os calcinés, &c, en général, dans toutes sortes de poudres incombustibles & infusibles, l'a ramené constamment, à l'état de fer, parce que ces poudres permettent l'accès de l'air, & donnent lieu à la décomposition de la plombagine.

(*Page* 307, *ligne* 1.)

Nous avons tout lieu de croire que cette expérience n'est pas exacte.

(*Page* 307, *ligne* 11.)

Nous avons bien distingué quatre états différens du fer. 1°. L'état de fonte ou de fer coulé dans lequel est ce métal au sortir du haut fourneau; 2°. celui de fer affiné; 3°. celui d'acier de cémentation; 4°. celui d'acier trop cémenté & très-fusible. C'est à cette dernière substance que M. Kirwan donne ici le nom de fonte, & il la confond avec le produit du fourneau. La fonte contient de l'oxigène, parce que la réduction n'a pas pu être achevée dans le fourneau, & l'acier trop cémenté n'en contient plus, parce

que la chaleur nécessaire à la cémentation est plus haute que celle qui opère la réduction complette du métal.

(*Page* 308, *ligne* 1.)

Pour que l'acier n'éprouve aucune altération par son exposition à un feu long-tems soutenu, il faut qu'il soit entièrement à l'abri du contact de l'air : mais si il est dans un vaisseau simplement couvert, comme le dit M. Kirwan, & dans lequel l'air atmosphérique puisse avoir accès, sa plombagine se brûle, & il repasse lentement à l'état de fer doux. D'ailleurs, nous n'avons pas dit que la fonte devoit passer par l'état d'acier pour devenir fer malléable; au contraire, pour avoir l'acier de cémentation, on commence par affiner la fonte & la convertir en fer malléable, & ensuite on cémente le fer.

(*Page* 308, *ligne* 11.)

Nous n'avons pas répété cette expérience de M. Rinman; mais si elle est exacte, elle prouve seulement que la plombagine engagée dans une masse d'acier & écartée de l'oxide de zinc par les molécules de cette masse, ne peut enlever à l'oxide son oxigène; ce qu'elle feroit si elle étoit en contact avec lui.

(*Page* 308, *ligne* 16.)

Notre mémoire doit paroître dans le volume

de l'Académie des Sciences, pour l'année 1786; lorſqu'il ſera publié, & que M. Kirwan connoîtra notre travail, nous oſons croire que la manière dont nous rendons compte de toutes les propriétés du fer, & d'un grand nombre d'obſervations qui n'étoient pas encore connues des chimiſtes, lui paroîtra ſatisfaiſante.

(*Page 309, ligne 3.*)

Il n'eſt pas douteux que l'alkali de M. Pelletier, quoique ſeché par les moyens ordinaires, contenoit encore de l'eau qui s'eſt décompoſée.



CONCLUSION.

Les défenſeurs de la nouvelle doctrine accordent, 1°. que le gaz inflammable retiré des métaux, & uni à l'air pur à une chaleur rouge, produit de l'eau.

2°. Que l'eſprit-de-vin, pendant ſon inflammation, produit de l'air fixe & de l'eau. M. Lavoiſier a même trouvé que la quantité d'eau qu'on obtient de cette combuſtion excède le poids de l'eſprit de-vin employé ; ce qui prouve qu'il devoit contenir une grande quantité de phlogiſtique.

3°. Que les huiles & les réſines contiennent auſſi du gaz inflammable, &, par conſéquent, qu'elles produiſent pendant leur combuſtion de l'eau & de l'air fixe.

4°. Que le gaz inflammable & l'air pur brûlent avec flamme.

Mais le ſoufre, le phoſphore, le zinc, le régule d'antimoine, pour ne pas parler d'autres ſubſtances, s'enflamment auſſi dans l'air commun, comme le fer dans l'air déphlogiſtiqué ; par conſéquent, d'après la regle qui demande que les effets naturels de même eſpèce ſoient aſſignés aux mêmes cauſes, nous ſommes conduits à con-

clurre que la flamme, dans ce gaz, provient de l'union de l'air pur & du gaz inflammable, à moins qu'il ne soit prouvé que ces substances ne contiennent pas de gaz inflammable : ce qui ne l'a pas encore été. Tout ce que les anti-phlogisticiens allèguent se réduit à dire que le gaz inflammable n'est pas nécessaire, puisque l'air déphlogistiqué fournit assez de flamme. Cette raison est suffisamment réfutée par l'inflammation de l'esprit-de-vin & des huiles.

De plus, il est avoué que l'alkali volatil contient du gaz inflammable ; & quoiqu'il détonne difficilement avec le nitre fondu, à cause de sa volatilité, cependant le sel ammoniac, & particulièrement le vitriol ammoniacal, étant plus fixes, font promptement détonner le nitre.

Mais les substances que l'on avoue ne pas contenir de phlogistique, ou qui en contiennent à peine, telles que les pierres, le verre, les chaux métalliques, ne font pas détonner le nitre. Delà, nous sommes autorisés à conclurre que les substances qui font détonner le nitre contiennent le phlogistique jusqu'à ce que le contraire soit prouvé. Or, le soufre, le charbon & la plupart des métaux imparfaits détonnent avec le nitre. Nous pouvons donc en conclurre, par analogie, qu'ils contiennent le phlogistique. De plus, si l'on jette du nitre ammoniacal dans un creuset

rouge, il y a production de gaz nitreux : si l'on met de l'acide nitreux en digestion avec de l'esprit-de-vin, il y a aussi du gaz nitreux de produit; par conséquent, dans les autres cas où nous voyons le gaz nitreux produit, nous sommes autorisés à reconnoître la présence du phlogistique. Le soufre, le phosphore & les métaux traités avec l'acide nitreux, donnent aussi du gaz nitreux : nous avons donc une raison de plus pour conclurre qu'ils contiennent du phlogistique. Par conséquent, lorsque nous voyons le gaz inflammable produit pendant la dissolution des métaux ou en faisant passer un courant d'eau sur elle, ou à travers le soufre, il est beaucoup plus raisonnable d'en conclurre qu'il provient des métaux & du soufre, que de la décomposition de l'eau, dont nous n'avons pas un seul exemple certain.

On n'a fait aucune objection plausible aux preuves que j'ai déjà données que le gaz inflammable & le phlogistique sont la même substance, précisément comme la glace & la vapeur de l'eau sont appelées la même substance. Quelques personnes ont pensé que je devrois avoir compris la matière de la chaleur ou le feu élémentaire dans la définition du gaz inflammable; mais comme la matière du feu est contenue dans tous les corps, il est inutile d'en faire mention à l'excep-

tion des cas où les corps diffèrent les uns des autres à raison de sa quantité ; & c'est en cela que j'ai expressément déclaré que consistoit sa différence avec le phlogistique. Les autres faisant attention à la quantité d'eau contenue dans le gaz inflammable, ont supposé qu'elle étoit essentielle à la composition de cet air, & l'ont appelé *eau phlogistiquée* ; mais ils peuvent aussi bien supposer que l'eau est essentielle à la composition de l'air commun ou de l'air fixe, & appeler ce dernier *eau acidulée* ; car le gaz inflammable, aussi bien que les autres airs, peut être privé de son eau sans réserve, & cependant il conserve toutes ses propriétés sans être altéré : ce qui montre que la présence de l'eau n'est pas essentielle à sa constitution. Enfin, d'autres ont pensé qu'il demandoit essentiellement un acide, un alkali ou une substance saline pour sa base, comme s'il répugnoit davantage à la nature des choses que le phlogistique existât sous la forme gazeuse, sans base, plutôt que le gaz acide marin, l'air déphlogistiqué, &c. car il est évident que l'état aérien ne demande autre chose qu'une certaine proportion de chaleur latente ; mais la production du gaz inflammable du fer par le moyen de l'eau distillée sans le secours d'un autre acide ou autre substance saline, a dissipé tous les soupçons que l'on pouvoit former à cet égard.

NOTE

DE M. DE MORVEAU,

SUR LA *CONCLUSION* DE L'ESSAI DE M. KIRWAN SUR LE PHLOGISTIQUE, *p.* 325.

M. KIRWAN reconnoît avec nous que le gaz inflammable produit de l'eau, en s'unissant à l'air pur à une certaine chaleur : il reconnoît que le principe qui en fait la base n'a besoin que de la chaleur pour se montrer en état de gaz, qu'il ne tient essentiellement ni eau, ni acide, ni sel ; il admet, comme nous, sa présence dans l'alkali volatil, l'esprit-de-vin, les huiles & les résines ; il accorde également que les acides n'existent pas tout formés dans le soufre, le phosphore, le gaz nitreux, &c. que l'air pur entre dans la composition de ces acides, ainsi que dans celle des oxides métalliques, conformément à la nouvelle théorie.

Il ne s'écarte donc de cette doctrine qu'en ces seuls points :

1°. Le gaz inflammable existe encore dans le soufre, le phosphore, le gaz nitreux, &c. dans l'état où on l'a nommé principe phlogistique.

2°. Il existe de même dans les métaux & dans le charbon.

3°. En s'uniſſant à l'air pur, il forme l'air fixe, & ce n'eſt qu'après cette compoſition que l'air devient principe acidifiant, & partie conſtituante des oxides métalliques.

Ces trois propoſitions qui forment la baſe du ſyſtême particulier de l'auteur, dépendent abſolument, comme l'on voit, des preuves de l'exiſtence du phlogiſtique, ou ſi l'on veut, du gaz inflammable dans ces ſubſtances. L'auteur l'a bien ſenti, & il y eſt revenu dans ſa concluſion, pour y mettre, dans leur plus grand jour, celles de ſes preuves qui lui paroiſſoient le plus concluantes; c'eſt-là que nous les prendrous pour en faire l'examen.

Les argumens rapprochés dans cette dernière ſection, peuvent ſe réduire à quatre.

PREMIER ARGUMENT.

Les effets naturels d'un même genre doivent être attribués à la même cauſe; or, la combuſtion du ſoufre, du phoſphore, du zinc, &c. eſt du même genre que celle du gaz inflammable: donc elle reconnoît la même cauſe.

DEUXIÈME ARGUMENT.

Le nitre détonne avec l'alkali volatil & les autres ſubſtances que l'on fait tenir du gaz inflammable; il ne détonne pas avec les pierres,

les oxides métalliques que l'on ſait n'en point tenir. Il y a donc lieu de croire que tous les corps qui font détonner le nitre, tiennent du gaz inflammable.

TROISIÈME ARGUMENT.

On obtient du gaz nitreux en projettant du nitre ammoniacal dans un creuſet rougi au feu, on en obtient en faiſant digérer de l'acide nitrique ſur l'eſprit-de-vin, & l'on ſait que l'alkali volatil & l'eſprit-de-vin tiennent du gaz inflammable : le ſoufre, le phoſphore & les métaux donnent auſſi du gaz nitreux quand on les traite avec cet acide : on peut donc conclurre qu'ils tiennent auſſi du gaz inflammable.

QUATRIÈME ARGUMENT.

Puiſqu'il y a du gaz inflammable produit pendant la diſſolution des métaux, de même que quand on fait paſſer l'eau en vapeur ſur les métaux & ſur le ſoufre, il eſt plus raiſonnable de penſer que ce gaz vient de ces corps qu'il ne vient de l'eau décompoſée.

Avant que d'examiner ſéparément chacun de ces argumens, nous ferons deux obſervations générales qui nous paroiſſent bien importantes : la première c'eſt que, de l'aveu de l'auteur, ils ne démontrent ni la néceſſité ni la réalité de l'exiſ-

tence du phlogiſtique ou du gaz inflammable dans les corps où il falloit le démontrer, tels que le ſoufre, le phoſphore, le charbon, les métaux, le gaz nitreux, & qu'ils ne concluent tous que par analogie.

Nous diſons que de l'aveu de l'auteur, ils ne concluent que par analogie; c'eſt ce qui réſult évidemment de ces termes par leſquels il en modifie les conſéquences, *à moins qu'il ne ſoit prouvé que ces ſubſtances ne contiennent poin de gaz inflammable*; car il n'eſt perſonne qui ne conçoive que cette réſerve de la poſſibilité d'une preuve contraire répugne abſolument à l'idée d'une preuve directe & formelle.

La ſeconde obſervation eſt que, ſuivant les règles de la logique exacte, il ne peut y avoir rigoureuſement de preuves négatives ou d'un fait négatif, parce qu'un fait de ce genre n'exclut pas néceſſairement le fait poſitif; d'où il ſuit que la non-exiſtence du phlogiſtique eſt ſuffiſamment prouvée par le défaut de preuves de ſon exiſtence, ou du moins qu'il n'y a aucune raiſon de l'admettre juſqu'à la preuve poſitive de la néceſſité de ſa préſence.

Reprenons maintenant chacun das argumens.

Sur le premier argument.

La première des obſervations qui précède s'ap-

plique très-bien à cet argument; dire que des effets ſont *du même genre*, ce n'eſt pas dire qu'ils ſont produits par *une même matière*; la différence eſt ſenſible : la première propoſition affirme une pure analogie; la ſeconde étoit la ſeule d'où l'on put inférer l'exiſtence du gaz inflammable dans tous les combuſtibles; l'argument ne prouve donc rien; la diſſolution de la ſoude, par exemple, dans l'acide ſulfurique, eſt bien un effet du même genre que ſa diſſolution dans l'acide muriatique, & très-certainement cela ne prouve pas que ces deux acides ſoient un ſeul & même acide.

Ainſi, l'on pourroit accorder les trois propoſitions de l'argument ſans que l'on en put tirer aucune conſéquence ultérieure; mais pour en donner une ſolution plus directe, il ſuffit de déterminer préciſément l'analogie qui exiſte entre toutes les combuſtions, & qui les conſtitue effets du même genre : on voit bientôt qu'il n'y en a point d'autre que la décompoſition de l'air vital par l'affinité ſupérieure d'une matière quelconque, au moyen de laquelle la chaleur précédemment combinée dans cet air vital, devient libre & ſenſible. Voilà ce qui rapproche toutes les combuſtions, & qui ne décide nullement qu'il n'y ait qu'une matière en état d'exercer cette affinité. Nous diſons qu'il n'y en a point d'autres, & cette pro-

position ſe démontre par la différence des produits de la combuſtion; car l'acide que laiſſe la combuſtion du ſoufre eſt très-différent de celui que donne la combuſtion du charbon; le réſidu de la combuſtion du gaz inflammable eſt encore plus différent du réſidu de la combuſtion du phoſphore, du zinc, &c. mais ſi c'eſt une vérité conſtante que le même corps décompoſé par l'affinité ſupérieure d'un même corps, ne peut jamais donner que le même produit, quelle preuve plus forte peut-on deſirer qu'il y a ici diverſes matières qui exercent cette affinité ſur la baſe de l'air vital?

C'eſt donc dans ce ſens, & dans ce ſens ſeul, que l'air vital eſt toujours décompoſé dans la combuſtion, que l'on peut affirmer que toutes les combuſtions reconnoiſſent une même cauſe, & l'identité de la matière qui opère cette décompoſition n'eſt qu'une pétition de principe ou une ſuppoſition gratuite. Quand on voudra ſe renfermer dans les faits, on dira avec les anti-phlogiſticiens : il eſt avoué généralement que le ſoufre, le charbon, les métaux, &c. ſont des ſubſtances différentes : on avoue également que ces ſubſtances décompoſent l'air vital dans la combuſtion : donc l'air vital peut être décompoſé par des ſubſtances différentes.

Cette conſéquence paroîtra, ſans doute, un

peu plus rigoureuſe que celle que nous examinons.

Sur le deuxième argument.

Le ſecond argument n'eſt encore qu'une concluſion fondée ſur une analogie ſuppoſée, & qui reſte ſans probabilité, dès que les phénomènes s'expliquent ſans le ſecours d'aucune hypothèſe. Or, il eſt évident que la détonnation du nitre ne s'opère, comme la combuſtion, que par le moyen d'un corps qui a, avec la baſe de l'air vital, une plus grande affinité que l'azote ou le gaz nitreux, qui, à un certain degré de chaleur, peut décompoſer l'acide nitreux en vertu de cette affinité; voilà une analogie plus ſûre & prouvée par le fait même. De-là, il ſuit que ce n'eſt pas une ſubſtance unique, mais tout corps jouiſſant de cette affinité, qui détermine la détonnation comme la combuſtion; que ce qui reſte après l'opération, ou le produit de la détonnation, doit varier ſuivant la nature du corps employé, de même que dans la combuſtion; en un mot, que cette affinité doit ceſſer quand ce corps eſt d'avance ſaturé, comme dans les oxides métalliques: & tout eſt expliqué ſans hypothèſe d'une manière plus ſimple.

Veut-on une autre preuve de cette dernière analogie? La décompoſition de l'acide nitrique

par la voie humide nous la fournit; car le phosphore, l'arsénic, le charbon lui-même décomposent à une chaleur douce l'acide nitrique; ils se retrouvent, après cela, dans le même état de composition que s'ils avoient brûlé dans l'air vital; la détonnation n'est donc réellement que le résultat de l'affinité par laquelle un corps quelconque enlève à l'acide nitrique son air vital, en dégage la chaleur, fixe la base de cet air dans de nouvelles combinaisons, & forme des composés différens suivant les différentes substances qui exercent cette affinité.

Il y a plus; le systême du savant académicien de Londres présente ici une difficulté à laquelle il ne paroît pas avoir pensé, & qui pourtant est de quelqu'importance. Si l'on lui demande pourquoi un métal calciné, par exemple, dans l'air vital, ne fait pas détonner le nitre, puisque, dans ses principes, l'oxide métallique récèle encore le phlogistique, on peut prévoir qu'il répondra que le phlogistique actuellement saturé d'air vital ne peut plus exercer sur lui aucune affinité. Mais que l'on lui demande maintenant de quelle manière il conçoit que puisse se faire la réduction du métal ainsi calciné, il ne dira sûrement pas que ce sera en vertu de l'affinité qu'exercera le phlogistique ajouté, sur l'air vital; il est convenu que cette

action

action répugne à l'idée d'une ſaturation préexiſtante par le même principe. Ce ne pourra donc être que par l'affinité d'un nouveau phlogiſtique avec le métal : or, dans ce cas, quel que fût le réductif employé, les produits de la réduction devroient toujours être, *d'un côté* le métal réduit, *de l'autre*, tout l'acide carbonique qui le mettoit en état de chaux ; c'eſt ce qui n'arrive pas : donc les ſubſtances qui réduiſent n'agiſſent pas comme pur phlogiſtique ; donc elles portent leur action ſur l'air vital.

Nous diſons que *cela n'arrive pas* ; on ſait qu'on n'a de l'acide carbonique dans les réductions que lorſqu'on a repris l'air vital acidifiant, par le charbon, & qu'on n'en a qu'en proportion de ce qu'il ſe rencontre quelquefois accidentellement un peu de charbon. Les dernières expériences du docteur Prieſtley, ont mis ces vérités hors de doute (*a*). Il a calciné du fer dans l'air vital par le moyen de la lentille ; il l'a réduit de même dans du gaz hydrogène bien ſec, ſur du mercure bien ſec : il a trouvé de l'eau en quantité correſpondante au poids que le fer avoit perdu, & au poids du gaz abſorbé ; ce qui reſtoit de

(*a*) Experiments and obſervations, &c. tom. III, pag. 82.

gaz étoit du gaz hydrogène comme auparavant, & *ne contenoit point du tout d'air fixe.*

Nous ne pensons pas que l'on puisse exiger une plus forte démonstration que le gaz hydrogène & le charbon ne sont pas des substances identiques, & que le phlogistique ne joue, dans ces opérations, qu'un rôle superflu & purement hypothétique.

Inutilement voudroit-on éluder la conséquence de cette expérience de M. Priestley, en disant que, dans ce cas, l'acide carbonique qui mettoit le fer en état d'oxide métallique, a été converti en eau pendant sa réduction par le gaz hydrogène : la possibilité de cette conversion de l'acide carbonique en eau, n'est nullement vérifiée; on peut même dire que tous les faits connus résistent à cette opinion : en un mot, c'est bien plutôt une difficulté nouvelle de l'hypothèse de notre Auteur, qu'une solution générale de toutes les objections dont elle est susceptible, que la nécessité où il se trouve d'admettre, comme nous l'avons vu, que le phlogistique ou gaz *inflammable*, & l'air vital, constituent presque à volonté, seuls, sans autre substance modifiante, l'eau, l'acide carbonique, le principe acidifiant, & le radical nitrique, qui, cependant, se montrent si différens, soit par leurs propriétés, soit par les produits de leurs combinaisons.

Sur le troisième argument.

Quand il aura d'abord été prouvé qu'il ne peut se former du gaz nitreux que par le moyen du phlogistique, cet argument vaudra pour conclurre, en effet, que toutes les substances qui donnent lieu à sa formation récèlent du phlogistique; mais, jusques-là, il laisse en question l'existence même de ce principe.

D'ailleurs, si le gaz nitreux est une des parties constituantes de l'acide nitrique, comme le démontre la régénération de cet acide par la combinaison directe du gaz nitreux avec l'air vital, il n'y a pas lieu de s'étonner que toute substance capable de lui reprendre l'air vital laisse toujours sa base acidifiable dans le même état de gaz nitreux. Nous avons déjà fait voir que ce n'étoit pas seulement le gaz hydrogène qui avoit cette propriété, qu'elle étoit commune à la plupart des combustibles, & que la preuve évidente de la nature différente de ces diverses substances résultoit de la variété des produits de leur union. Or, cette variété se manifeste dans toutes les opérations où l'on recueille du gaz nitreux, absolument comme dans les combustions; ces produits sont, suivant les matières employées à dégager le gaz nitreux, de l'acide phosphorique, de l'acide arsénique, un oxide métallique, &c. &c.

Enfin, l'on retrouve ici la même difficulté qui paroît accompagner l'hypothèse de M. Kirwan dans toutes ses applications. Lorsqu'on brûle, par exemple, du phosphore dans l'air vital, l'affinité de décomposition, ou celle qui exerce la première action, n'est pas, dans ce systême, l'affinité directe de l'air vital avec le phosphore; car il faut que la base de l'air vital & le phlogistique du phosphore forment d'abord le principe acidifiant. Au contraire; quand on convertit le phosphore en acide phosphorique par le moyen de l'acide nitrique, c'est l'air fixe ou principe acidifiant tout formé dans ce dernier qui attaque le radical phosphorique, tandis que le phlogistique du phosphore s'unit au radical nitrique. Il faut donc supposer encore, quoiqu'on n'en ait jusqu'à présent aucun indice, que le phosphore peut être aussi converti en acide, par l'union de l'air fixe tout formé; qu'il peut l'être du moins à la faveur d'une double affinité; & que dans toutes les acidifications, le phlogistique du corps acidifié se trouve toujours en quantité précisément correspondante à celle qu'exige la saturation du gaz nitreux, puisqu'après l'opération, on n'obtient jamais ni phlogistique libre, ni radical nitrique dans un état distinct du gaz nitreux. Ce n'est, comme l'on voit, qu'en accumulant les suppositions que l'on élude les difficultés que présente la première hypothèse.

Sur le quatrième argument.

Que le gaz hydrogène dégagé pendant la diſſolution acide des métaux, ou lorſqu'on les expoſe incandeſcens à la vapeur de l'eau, vienne plutôt de ces métaux que de l'eau décompoſée, c'eſt bien moins, dans les termes même de l'auteur, un fait nouveau dont il ſe croit en état de fournir la preuve, qu'une probabilité déduite des argumens qui précèdent; auſſi avons-nous obſervé que, dans la ſection où il s'occupoit des diſſolutions métalliques, il s'étoit borné à oppoſer à la doctrine anti-phlogiſtique une ſuite de queſtions qui ne ſont pas moins embarraſſantes dans toute hypothèſe, dont la ſolution paroît dépendre d'un concours d'affinités non encore déterminées, qui offrent, en un mot, matière à de nouvelles recherches, & ne ſont pas, pour cela, de véritables objections.

Cependant, les faits connus établiſſent déjà que, dans les circonſtances dont il s'agit, le gaz inflammable vient réellement de l'eau.

1°. Cela eſt prouvé pour la *calcination par l'eau en vapeur*, où l'augmentation de poids de l'oxide métallique ne peut venir que d'un des principes de l'eau, l'air n'y ayant point d'accès. Dire que c'eſt l'eau elle-même en nature qui ſe fixe alors dans le métal, c'eſt admettre

deux espèces de *calcination* sans aucun fondement; car il n'y a réellement aucune différence entre le fer oxidé dans cette opération, & le fer brûlé dans l'air vital. A la vérité, l'auteur insiste (*Section IX, pag.* 193) sur la différence qui se trouve entre le fer ainsi oxidé par l'eau, & la rouille formée à l'air; mais cette dernière est dans la même condition que tous les autres oxides métalliques, qui se chargent d'acide carbonique à la longue; or cet acide carbonique n'est point essentiel à leur état d'oxide.

Il y a plus; M. Kirwan (*dans la même Section pag.* 194) exclut formellement cette différence de calcination par l'eau ou par l'air, puisqu'en parlant de l'expérience du docteur Priestley, que nous avons citée dans notre réponse au deuxième argument, il explique l'augmentation de poids du fer brûlé dans l'air vital, en disant que cet air s'est d'abord uni au phlogistique du fer, qu'il a formé de l'eau, & que cette eau a été absorbée par le fer. M. Priestley, dit positivement (*Tome VI, pag.* 77) qu'il a reconnu, par diverses épreuves, que c'est une *pure chaux* de fer ou scorie, absolument semblable aux *écailles* de fer brûlé à l'air libre, & à ce qu'il a nommé *finery cinder*, laitier d'affinerie.

Enfin, cette opinion de l'absorbtion de l'eau en nature par le fer, qui avoit été proposée par

par M. Cavendish, ne lui a pas paru, ſans doute, aſſez bien établie pour ſoutenir la cauſe du phlogiſtique, puiſqu'il l'a abandonnée depuis.

2°. Il eſt également certain que le gaz hydrogène qui ſe dégage pendant les diſſolutions métalliques, dans les acides, vient de l'eau & non du métal.

Ces diſſolutions préſentent deux cas très différens, ainſi que l'auteur le reconnoît lui-même, (*Section X*) : ou l'acide eſt en partie décompoſé ; & alors, il n'y a pas de gaz hydrogène : c'eſt ce qui arrive avec l'acide nitrique, avec l'acide ſulfurique concentré ; ou il n'y a aucune partie de l'acide décompoſé, & pour lors on obtient en quantité du gaz hydrogène ; c'eſt ce qui a lieu avec l'acide ſulfurique délayé, l'acide muriatique, &c. Mais dans les deux cas, le métal prend le même état d'oxide, acquiert les mêmes propriétés, la même augmentation de poids, d'où il ſuit invinciblement qu'il a trouvé dans l'un comme dans l'autre le même principe pour former le même compoſé. Or, comme dans le premier il a reçu une portion de l'air vital de l'acide, il faut bien, dans le ſecond, que ce principe lui ait été fourni par une autre matière quelconque ; & puiſqu'il n'y a que l'eau en contact avec lui, M. de la Place a eu raiſon de penſer que c'étoit elle qui cédoit cette portion. Il n'eſt pas étonnant, après cela, qu'il

ſe dégage du gaz hydrogène, & qu'il n'y en ait que dans ce cas; c'eſt une ſuite néceſſaire de la décompoſition de l'eau, une conſéquence de cette première vérité, & qui complette, de la manière la plus ſatisfaiſante, l'explication des deux phénomènes contraires.

Nous croyons donc pouvoir conclurre de l'examen que nous venons de faire de ces argumens, qu'il n'en réſulte aucune preuve de l'exiſtence du phlogiſtique, aucune preuve de ſon identité avec le gaz *inflammable*, ni même aucune induction capable d'établir la compoſition des combuſtibles & des métaux avant la combuſtion & la calcination; en un mot, que tous les phénomènes s'expliquent d'une manière beaucoup plus ſimple & plus ſûre, ſans hypothèſe, en ne tenant compte que des matières qui ſe manifeſtent par des effets ſenſibles, & dont on peut retrouver les poids exacts dans le calcul des produits; ce qui eſt l'unique baſe ſolide d'une analyſe.

FIN.

TABLE.

Fin de la Table.

ERRATA.

PAGE 4, *ligne* 16 & 17, étoit composée; *lisez*, est composée.

Même pag. lig. 25, Craffort; *lis.* Crawford.

Pag. 8, *lig.* 8, ainfi; *lis.* ainsi.

Pag. 9, *ligne* 12, *rayez* ou elles.

Pag. 11, *lig.* 9, Bertholet; *lis.* Berthollet.

Pag. 33, *lig.* 24, le poids; *lis.* les poids.

Pag. 36, *lig.* 24, indiqué; *lis.* indiquée.

Pag. 37, *lig.* 6, vérifié; *lis.* vérifier.

Pag. 40, *dernière note; ajoutez à la fin*: dans l'opinion ou avec les suppositions de M. Kirwan.

Pag. 42, *lig.* 19, qu'elles le perdent; *lis.* qu'elle le perd.

Pag. 43, *lig.* 14, principes; *lis.* principe.

Pag. 65, *lig.* 4, donne; *lis.* donna.

Pag. 80, *lig.* 22, l'air vital à l'état d'oxigène se trouve, &c. *lis.* l'air vital se trouve à l'état d'oxigène, &c.

Pag. 81, *lig.* 15, exposées; *lis.* exposés.

Pag. 97, *lig.* 10, dans ce composé la partie la plus volatile, n'éprouve, &c. *lis.* dans ce composé, la partie la plus volatile n'éprouve, &c.

Pag. 103, *ligne pénultième*, convert ien; *lis.* converti en: *ligne dernière*, encor epeut-on; *lis.* encore peut-on.

Pag. 118, *note*, *lig.* 2, entrant; *lis.* entrent.

Pag. 119, *lig.* 6, qui n'est pas combiné avec lui; *lis.* qui s'est combiné avec lui.

Page 168, *lig.* 17, Margraf; *lis.* Margraff.

Pag. 188, *lig. antipénultième*, d'eau, de carbone; *lis.* d'eau d'hydrogène & de carbone.

Pag. 191, *lig.* 14, fait; *lis.* fait.

Même pag. lig. 23, l'hydrgoène; *lis.* l'hydrogène.

Pag. 196, *lig.* 17, revifie; *lis.* revivifie.

Pag. 206, *lig.* 22, absobé; *lis.* absorbée.

Pag. 207, *lig.* 17 & 18, nous admettons; *lis.* l'on admet.

Pag. 211, *à la note, ligne antipénultième, rayez* fort.

Pag. 215, *lig.* 19, finery; *lis.* finery.

Pag. 244, *lig.* 5, cet acide; *lis.* l'acide.

Page 251, *ligne pénultième*, décompse; *lis.* décompose.

Page 254, *lig.* 6, *après* qui, *ajoutez* a.

Même pag. lig. 23 & 24, *effacez* comme M. Lavoisier le démontre dans une note qui suit ces remarques.

Pag. 267, *lig.* 11, régule, d'antimoine, *ôtez la virgule.*

Pag. 305, *lig.* 10, après inflammable, *mettez* ne.

Même pag. lig 11, à; *lis.* ne.

Pag. 332, *lig.* 7, résult; *lis.* résulte.

Même pag. lig. 17, on; *lis.* ne.

Même pag. lig. 25, das; *lis.* des.

Note importante.

41,09 grains veut dire 41 grains $\frac{9}{100}$; 18,27 grains veut dire 18 grains $\frac{27}{100}$: quelquefois, on a séparé la fraction des entiers par le mot *grain ;* on a écrit alors, 18 grains 27, ce qui signifie également 18 grains $\frac{27}{100}$.